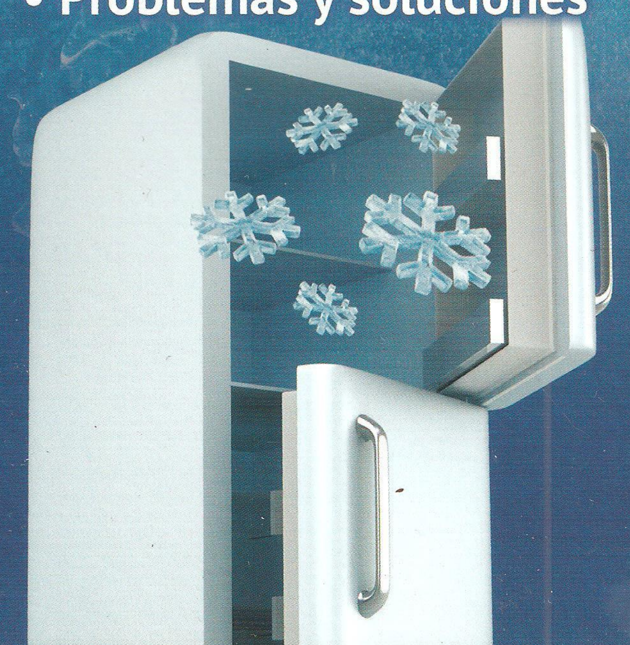
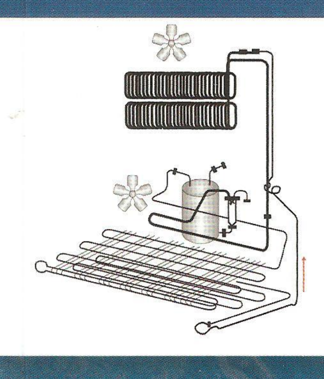
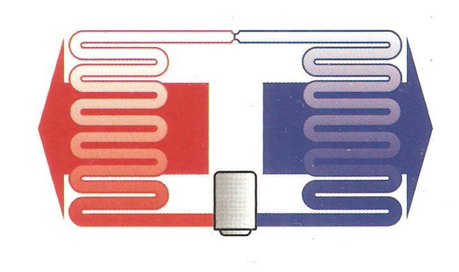
UNA GUÍA PASO A PASO

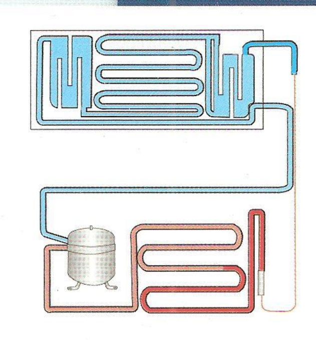
MANUAL DE REFRIGERACIÓN

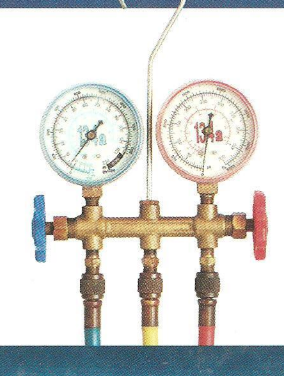
• Refrigerantes • Componentes, herramientas y materiales
• Problemas y soluciones















Colección

CÓMO HACER BIEN Y FÁCILMENTE

Es una extensa colección de manuales de consulta práctica, creada para auxiliar a la familia en la resolución rápida y sencilla de los problemas que surgen repentinamente en el hogar; al estudiante técnico en sus trabajos escolares y, sobre todo, a aquellas personas que buscan la superación personal a través del aprendizaje de algún oficio.

Este conjunto de obras abarca actividades como plomería, albañilería, electricidad, carpintería, tapicería, fruticultura, corte de cabello y muchas otras.

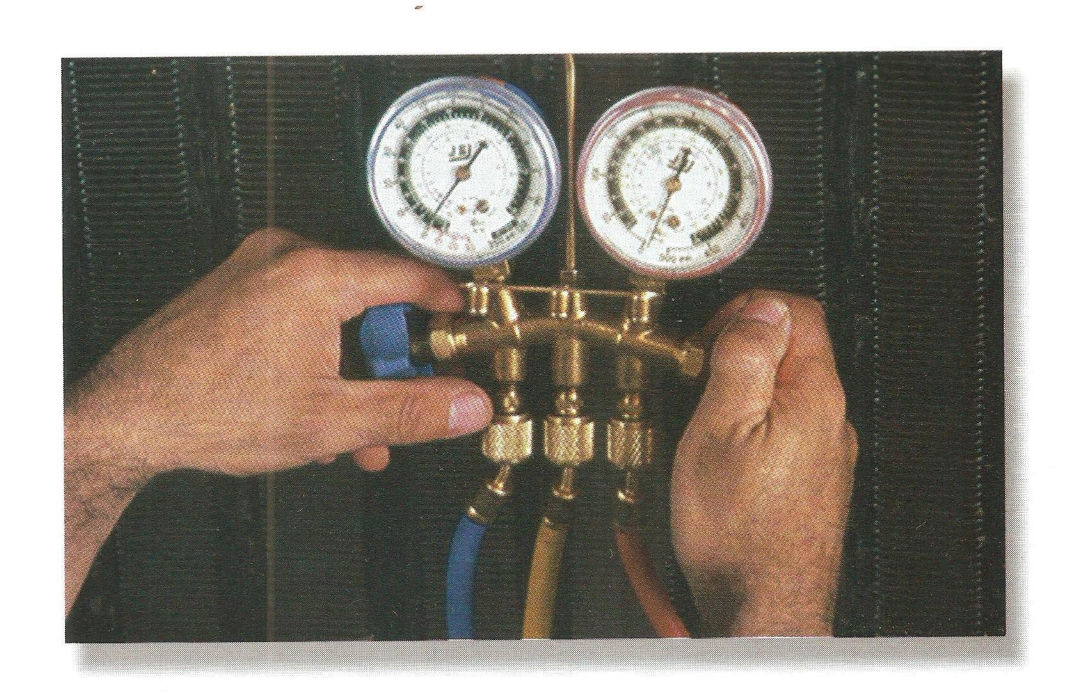
Textos breves, precisos y accesibles, así como una gran cantidad de fotografías, ilustraciones, diagramas y esquemas, se complementan para guiar al lector, paso a paso, hacia la adquisición de los conocimientos que le permitirán desarrollar las habilidades y conseguir el dominio de la actividad de que se trate.

Cómo hacer bien y fácilmente es la opción más viable que tenemos todos para contribuir con nuestros propios recursos al mejoramiento de la economía familiar y personal, ya que nos brinda la oportunidad de iniciarnos en un trabajo que puede llegar a convertirse en una fuente de ingresos permanente.



UNA GUÍA PASO A PASO

MANUAL DE REFRIGERACIÓN



Coordinación: **Shanti Lesur**



Catalogación en la fuente

Lesur, Shanti
Manual de refrigeración : una guía paso a paso. -- México : Trillas, 2015 (reimp. 2019).
80 p. : il. col. ; 27 cm. -- (Cómo hacer bien y fácilmente
ISBN 978-607-17-2122-8

1. Refrigeración y refrigeradores - Maquinaria. I. t. II. Ser.

D- 621.56'L173m LC- TP492'L4.5 6161

La presentación y disposición en conjunto de MANUAL DE REFRIGERACIÓN Una guía paso a paso. son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o trasmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del editor

Derechos reservados
© 2015, Editorial Trillas, S. A. de C. V.

División Administrativa,
Av. Río Churubusco 385,
Col. Gral. Pedro María Anaya,
C. P. 03340, México, Ciudad de México
Tel. 56884233 FAX 56041364,
churubusco@trillas.mx

División Logística,
Calzada de la Viga 1132,
C. P. 09439, México, Ciudad de México
Tel. 56330995, FAX 56330870
laviga@trillas.mx

Tienda en línea
www.etrillas.mx

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Reg. núm. 158

Primera edición TA
ISBN 978-607-17-2122-8

Reimpresión, enero 2019*

Impreso en México
Printed in Mexico

Esta obra se imprimió el 7 de enero de 2019, en los talleres de RDC, S. A. de C. V.

EM 130 RW

En este manual participaron:

Textos:

Shanti Lesur

Diseño gráfico:

Rafael González Jiménez

Ilustraciones:

Olivia Ortega

Lourdes Hernández

Producción:

Graciela Hernández

Asesoría:

Unidad de Protección a la Capa de Ozono de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, SEMARNAT

Enrique Corona Martínez

Refrigeración Cavis

Refrigeración Greser

Índice de contenido

INTRODUCCIÓN

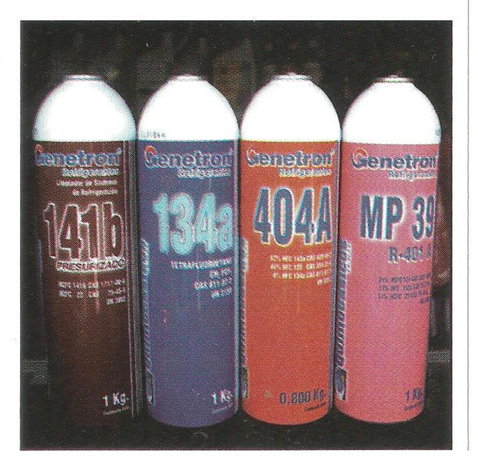
LA REFRIGERACIÓN TIENE MUCHAS APLICACIONES, ENTRE LAS QUE SOBRESALE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS; COMO SE SABE, ÉSTOS TIENDEN A DESCOMPONERSE CON MAYOR RAPIDEZ A TEMPERATURA AMBIENTE.

Las bajas temperaturas, en cambio, ayudan a disminuir la actividad de las bacterias que causan la descomposición. Esto explica la gran importancia de los sistemas de enfriamiento, tanto domésticos como comerciales.

Entre los electrodomésticos con mayor demanda en los tiempos que corren, los refrigeradores ocupan un lugar destacado. Se trata de artefactos indispensables para la vida moderna, cuya tecnología cambia y mejora cada día.

De ahí la necesidad de un manual como el presente, empeñado en recabar y ordenar información sobre el diseño y el buen manejo de los nuevos sistemas.

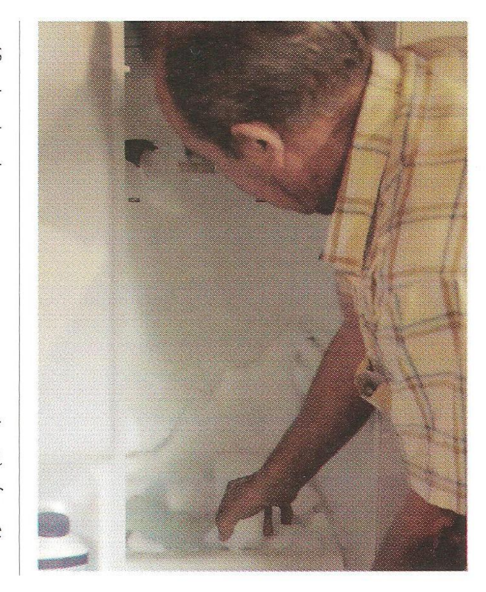
Empeño que cobra una importancia especial en el caso de los refrigerantes, sustancias particularmente tóxicas que, cuando se emplean y desechan de manera incorrecta, suelen ocasionar daños irreversibles en el medio ambiente.





Este volumen, primero de dos libros sobre el tema, funge como una introducción al funcionamiento, mantenimiento y reparación de los refrigeradores domésticos y comerciales.

Está dirigido a todas las personas interesadas en el tema, en especial a los técnicos interesados en ampliar y actualizar sus conocimientos sobre el oficio.

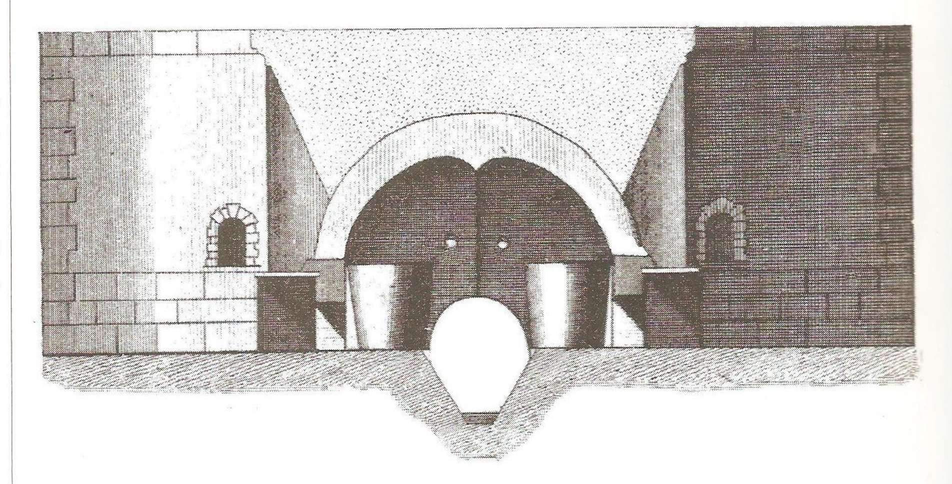


REFRIGERACIÓN

LA REFRIGERACIÓN ES EL PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE LOGRA REDUCIR Y MANTENER LA TEMPERATURA DE UN OBJETO O UN ESPACIO EN UN NIVEL INFERIOR AL DEL MEDIO AMBIENTE.

El procedimiento consiste en extraer la energía calorífica y disminuir la temperatura de un lugar determinado, para lo cual se requiere trasladar esta temperatura a otro sitio que tenga la capacidad de absorberla.

Esto se logra mediante el uso de sustancias especiales llamadas **refrigerantes**. De manera más sencilla, se le puede llamar refrigeración a las técnicas o sistemas que permiten reducir la temperatura de un cuerpo o un espacio determinados, restándoles calorías de una forma controlada.







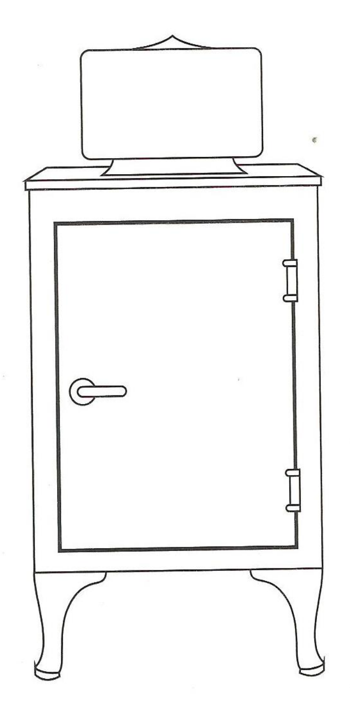
La palabra *refrigeración* viene del latín *refrigeratio*, que significa 'enfriamiento'. Se refiere al fenómeno a través del cual se consigue que un cuerpo y/o un espacio alcancen una temperatura menor a la del entorno natural.

Desde tiempos antiguos, el hombre ha buscado métodos para enfriar alimentos y bebidas. Hace siglos, las comunidades que tenían acceso a la nieve aprendieron a comprimirla y almacenarla en sótanos o pozos, donde la conservaban para después utilizarla en las temporadas de calor. Las primeras neveras que se conocen eran cajas o armarios sellados con corcho o paja, que permitían guardar y preservar durante algún tiempo la nieve.



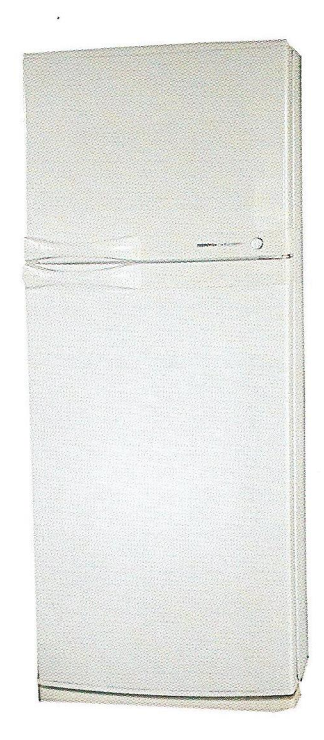
En el Medio Oriente se acostumbraba enterrar vasijas de barro aisladas con paja, para recolectar escarcha durante la noche. En esta misma región era común la práctica de sumergir en los ríos distintos tipos de bebidas, con el fin de mantenerlas frescas y evitar su descomposición. En España aún se emplea el botijo para enfriar el agua; se trata de un recipiente de barro, utilizado desde 2000 a. C., que, al sudar de manera abundante gracias a su notable porosidad, refresca o enfría el líquido depositado en su interior.

Un primer paso hacia la refrigeración artificial se dio en el siglo IV, cuando algunas sales, entre ellas el nitrato sódico, comenzaron a utilizarse para obtener mejores resultados. Un gran avance en este campo ocurrió al descubrirse que, combinado con sal, el hielo alcanza temperaturas más bajas que en su estado natural. Más adelante se encontró la forma de enfriar agua mediante la mezcla de diversas sustancias químicas.



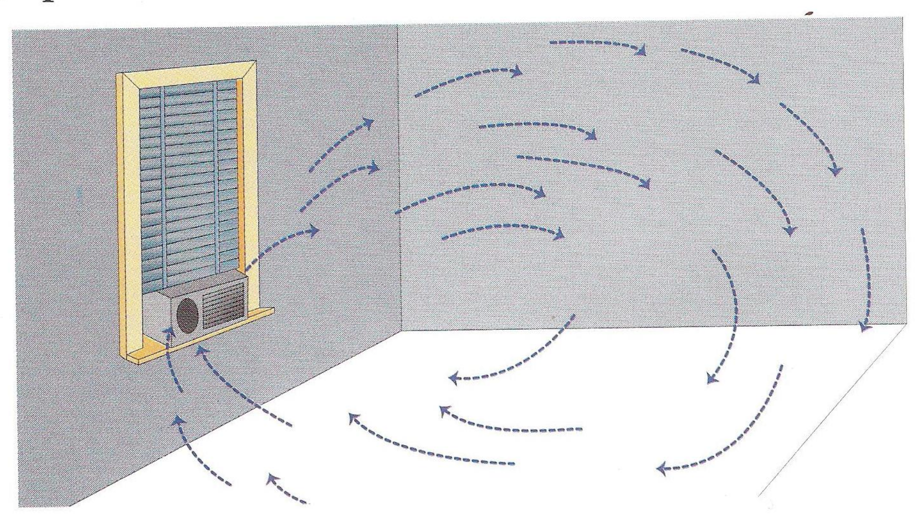
Pero fue hace más de 100 años, hacia la segunda mitad del siglo XIX, cuando la necesidad de responder a los crecientes requerimientos de la medicina y la industria alimentaria promovió la invención de las primeras máquinas capaces de enfriar a través de procedimientos artificiales.

Aunque los diversos aparatos de refrigeración han evolucionado de manera continua, desde entonces se les dio un uso primordialmente industrial. Las primeras unidades domésticas, conocidas en la mayor parte de los países de habla hispana como **refrigeradores**, se desarrollaron durante las primeras décadas del siglo XX.

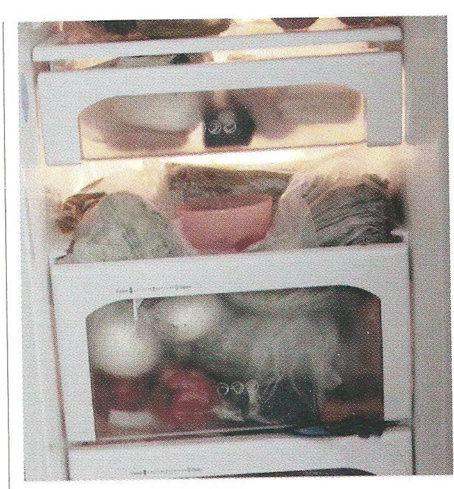


En este manual se abordan de manera principal diversos temas relativos a los refrigeradores domésticos y comerciales, también llamados **neveras**, **frigoríficos** o **heladeras**.

Aplicaciones



La refrigeración se emplea con fines muy diversos: para enfriar motores, máquinas y herramientas, como auxiliar en procesos científicos e industriales, o bien, para climatizar casas, locales comerciales y otros edificios ubicados en zonas calurosas.



No obstante, aún se utiliza de forma principal para conservar productos perecederos, como alimentos y medicinas. De hecho, mantener los alimentos en un medio frío es la manera más eficaz de proteger sus propiedades nutritivas.

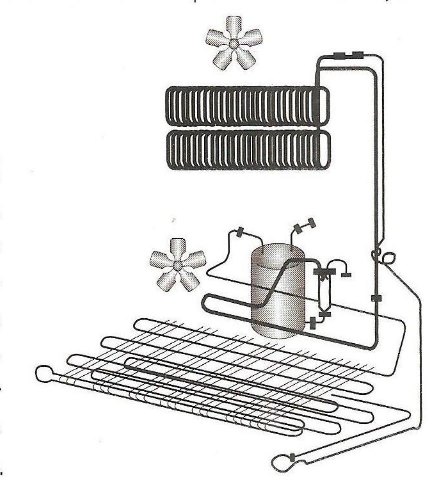
Principios

Los refrigeradores son aparatos diseñados para tomar el calor de un objeto o un lugar determinado, y trasladarlo a otro sitio u objeto de menor temperatura que pueda absorberlo o dispersarlo. A las sustancias que sirven como conductores para llevar a cabo este traslado se les conoce como **refrigerantes**.

Cada cuerpo y cada espacio poseen un nivel de calor (energía térmica) susceptible de ser transferido a otro cuerpo o a otro espacio. Las técnicas de refrigeración se basan en los principios de la termodinámica, ciencia que estudia la relación entre el calor (energía térmica) y otras formas de energía (mecánica, eléctrica, etc.).

La segunda ley de la termodinámica establece que el calor circula de manera natural de un cuerpo o espacio de mayor temperatura a uno de temperatura menor. Por tanto, el cuerpo o espacio que posee una mayor temperatura eleva el nivel de calor de aquel que tiene una temperatura más baja, hasta que ambos adquieren el mismo nivel.

El fenómeno contrario, es decir, el paso de calor de un objeto frío a uno de mayor temperatura, no ocurre de manera natural. Para lograr que el calor de un objeto o espacio fluya hacia otro de temperatura más alta es necesario aplicar energía que provenga de otra fuente. A esta acción se le llama trabajo.



Existen varios métodos de enfriamiento, entre los que destacan el de evaporación, el de compresión y el de absorción. Este último se usa actualmente en los refrigeradores solares. Sin embargo, el sistema más común en nuestros días sigue siendo el de refrigeración por compresión.

REFRIGERADORES

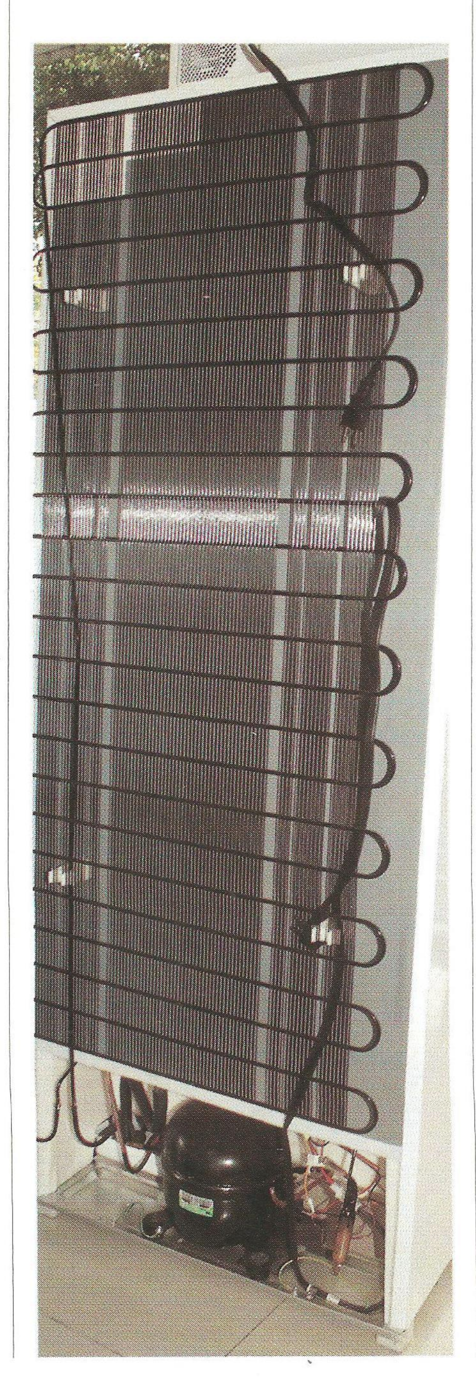
LOS REFRIGERADORES SON APARATOS DISEÑADOS CON LA FINALIDAD DE MANTENER FRÍO SU INTERIOR Y TODO AQUELLO QUE EN ÉL SE DEPOSITE.

Para lograrlo, sus inventores han recurrido a ciertas sustancias que al evaporarse reducen el nivel de calorías, de modo que producen frío. A estas sustancias se les conoce como refrigerantes.

Para que resulte más económico y eficaz, el refrigerante se utiliza en un medio cerrado. Ahí tiene lugar el ciclo que caracteriza a los sistemas modernos de refrigeración: el refrigerante comienza a circular en estado líquido y, tras absorber el calor circundante, se transforma en calor, para luego condensarse y volver al estado líquido.

La función de un equipo frigorífico es producir una "transferencia de calor" desde un lugar de baja temperatura (recinto aislado) a uno de temperatura más alta (medio ambiente).

Este mecanismo cíclico, conocido como **refrigeración por compresión**, permite tomar el calor existente en el interior del aparato y extraerlo mediante la acción de un compresor.

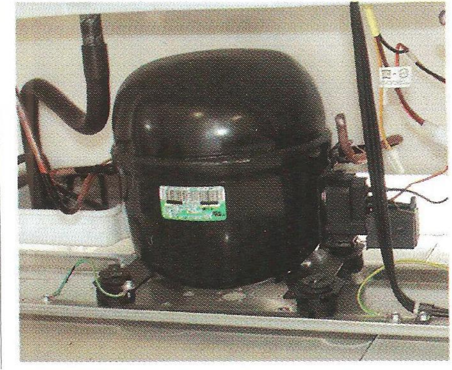


De esta forma se logra mantener frío el espacio cerrado en el que tiene lugar el proceso.

De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, la compresión requiere de un trabajo externo, es decir, de un consumo de energía. En el caso de los refrigeradores, la energía empleada es, por lo general, eléctrica o mecánica.

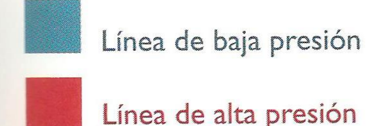
Los sistemas de refrigeración poseen unos tubos conductores con entrada y salida para un compresor. Durante su recorrido permanente por estos tubos, el refrigerante se evapora y vuelve a su estado líquido una y otra vez.

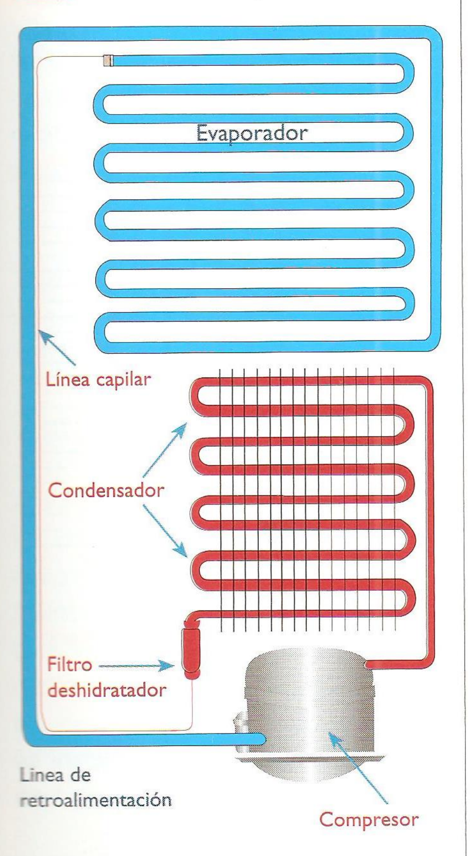
El **compresor** es una máquina diseñada para aumentar la presión de los fluidos.



El circuito continuo que recorre el refrigerante se divide en dos secciones: la de baja presión o de evaporación, y la de alta presión o de condensación.

La **sección de alta presión** es aquella en la que el refrigerante, convertido en vapor, se comprime y vuelve a su estado líquido. La integran un compresor, un condensador, un filtro deshidratador y una línea capilar.





La **sección de baja presión** es aquella en la que el refrigerante se evapora y se convierte en gas. Está compuesta por un evaporador o congelador y una línea de retroalimentación.

1 El proceso de enfriamiento empieza en el **compresor**, cuyo trabajo se da en dos tiempos: en el primero, succiona el refrigerante vaporizado; en el segundo, lo descarga con presión.

2 El refrigerante sale del compresor en forma de gas, luego entra a la tubería del **condensador** y ahí vuelve a su estado líquido.

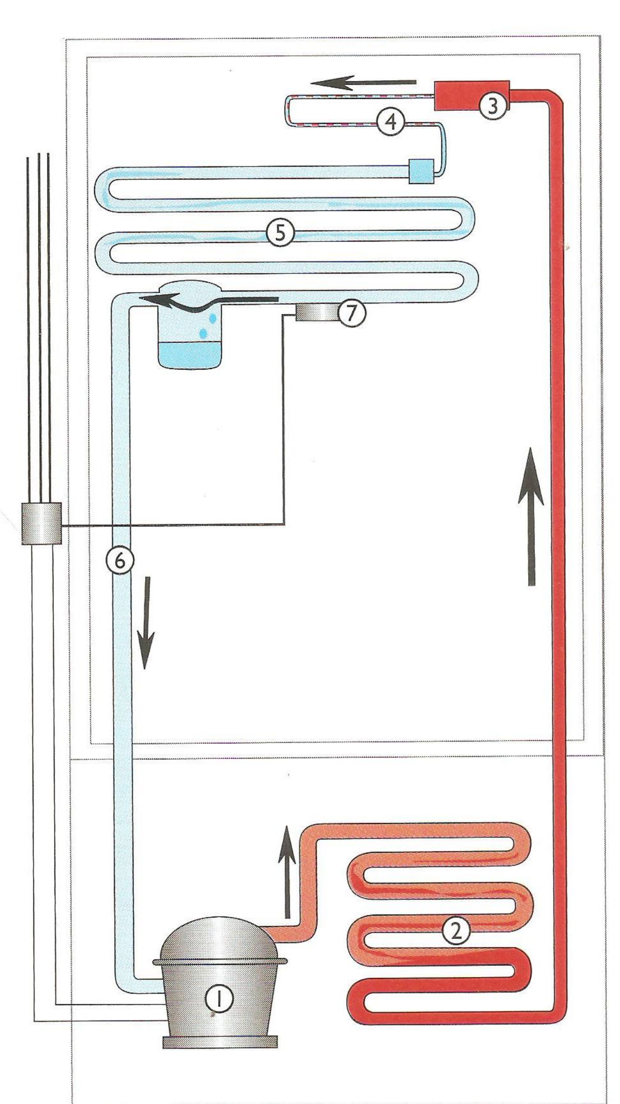
3 Tras su recorrido por el condensador, el refrigerante pasa por un **filtro** cuya función es retener impurezas.

4 Luego, ingresa en el dispositivo de expansión, conocido también como **tubo capilar**. Este último regula la entrada gradual del refrigerante al evaporador. La presión del refrigerante líquido alcanza su nivel máximo cuando llega al final del tubo capilar.

5 Al entrar en contacto con las paredes del evaporador, donde la presión es baja, el refrigerante se expande. Luego hierve, se transforma en vapor, absorbe el calor del **gabinete** y, finalmente, enfría.

6 El refrigerante ingresa al compresor por la línea de succión, y éste lo envía de nuevo al condensador, donde se reinicia el ciclo.

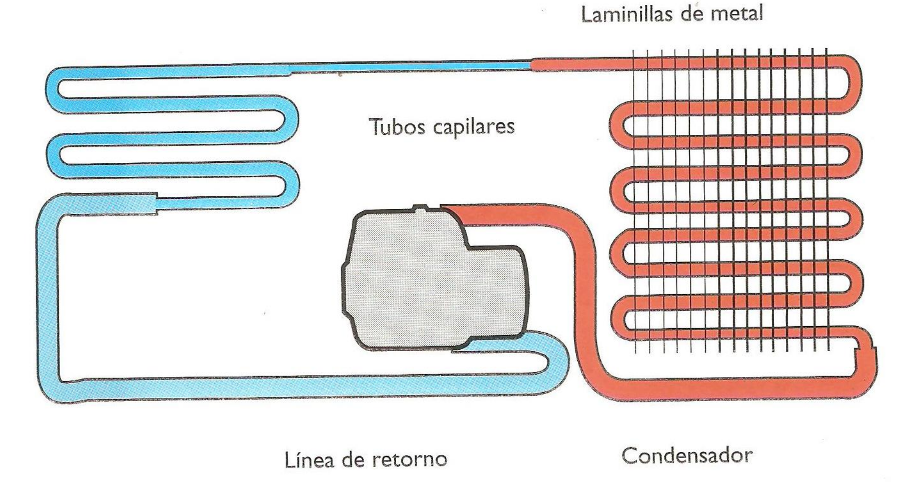
Sistema de refrigeración



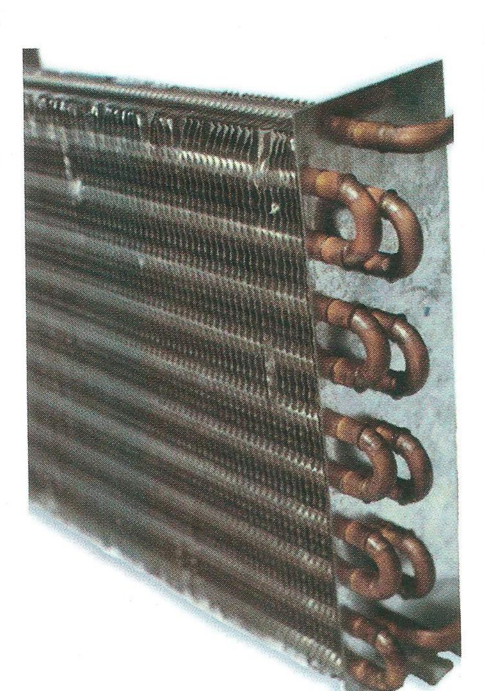
7 Este proceso se repite una y otra vez. Cuando el gabinete del refrigerador alcanza la temperatura programada, un termostato detiene el motor, el cual vuelve a activarse cuando el mismo **termostato** registra un aumento de temperatura.

Condensador

Ubicado en la parte posterior del gabinete, el condensador consta de una tubería delgada y ondulante, llamada **serpentín**. Al pasar por ella, el gas que sale a presión del compresor se compacta (es decir, se reduce su volumen), se transforma en líquido y produce calor.



Las tuberías del condensador están hechas de cobre. Al entrar en contacto con la baja temperatura de este material, el calor trasmitido por el gas refrigerante se disipa en el aire. Esto provoca que el gas se condense y regrese al estado líquido.



Al pasar por el condensador, el refrigerante pierde el calor que adquirió mediante la compresión y, de manera simultánea, el que absorbió en el evaporador.

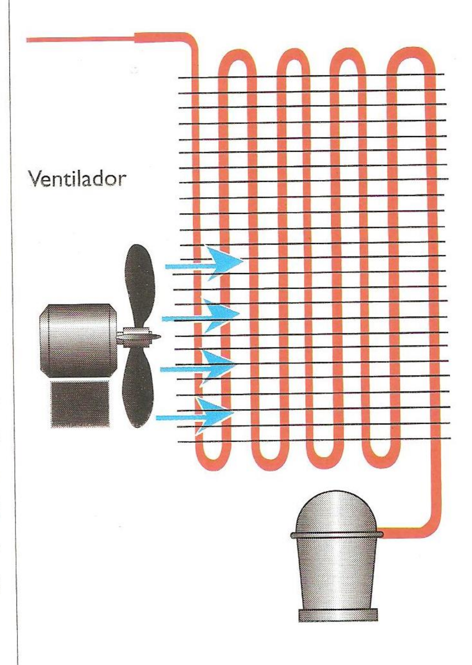
Con el objeto de contribuir a que el aire disipe el calor, las tuberías del condensador están unidas a un conjunto de placas, o bien a una red metálica en forma de panal, semejante a la que poseen los radiadores de los automotores.

En los refrigeradores domésticos, el aire puede restarle calor al condensador de dos formas: por convección natural o por convección forzada.

Los condensadores enfriados por convección se ubican detrás del gabinete, por la parte de afuera.

En el primer caso, el aire que rodea al condensador se renueva de manera natural, dado que al calentarse pierde densidad y sube, con lo que produce una corriente ascendente, similar a la que se forma en las chimeneas.

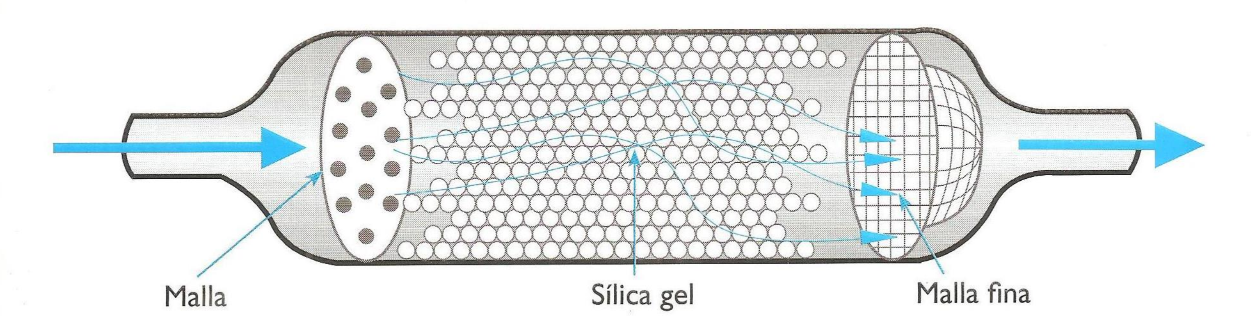
Al subir, el aire caliente se enfría y sustituye el aire del condensador, lo que a su vez provoca un descenso en la temperatura de las tuberías. Este proceso se repite de manera cíclica.



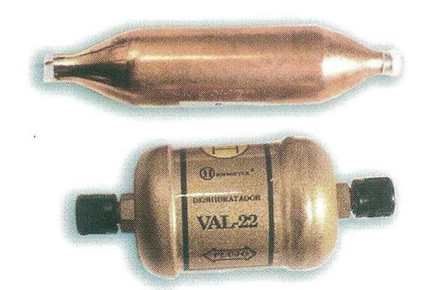
En el caso de la ventilación forzada, un ventilador arroja el aire en el condensador.

Filtro

Entre el condensador y el tubo capilar existe un filtro, cuya función es retener las impurezas que puede acarrear el refrigerante; por ejemplo, pequeñas porciones de agua que al cristalizarse tienden a obstruir el evaporador. Por esta razón, a cierto tipo de filtros, fabricados también para retener la humedad, se les llama **deshidratadores**.



El filtro es un tubo de cobre en cuyo interior se coloca una malla gruesa, una porción de sílica gel que absorbe y retiene la humedad y, finalmente, una malla fina. Está diseñado para captar porciones muy pequeñas de agua.



La humedad del sistema debe eliminarse mediante una bomba de vacío, antes de que el aparato entre en funcionamiento.

Tras deshumidificar el sistema, se procede a soldar el filtro en la parte final de la tubería del condensador. En algunos refrigeradores comerciales el filtro se fija a través de una tuerca de unión y no con soldadura.

Tubo capilar



A los dispositivos de expansión se les conoce también como **tubos** o **restrictores capilares**. Deben este nombre al pequeño diámetro de su orificio, de apenas un tercio de milímetro, tan reducido como el diámetro de un cabello. Estos dispositivos se instalan entre la salida del filtro deshidratador y el evaporador.

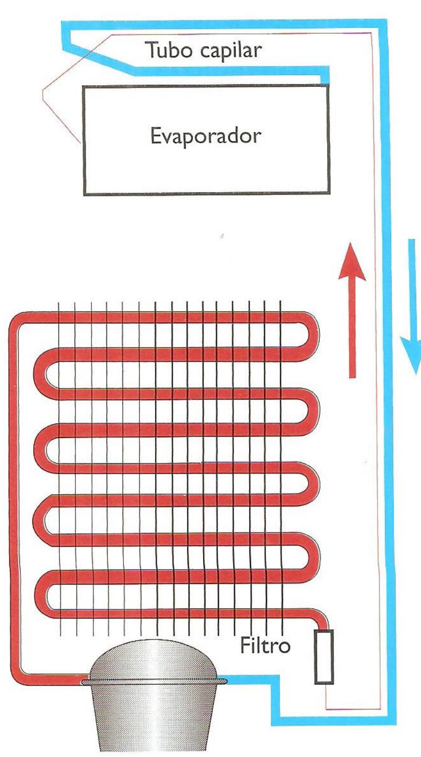
Este tubo tan angosto, sobre todo si se le compara con el tubo del condensador, tiene varias funciones, entre ellas la de contribuir a la compresión y condensación del refrigerante, al restringir su paso y así elevar la presión.

El tubo capilar también ayuda a completar la condensación, pues en su interior termina de convertirse en líquido el escaso gas que aún alcanza a circular por el condensador.

Por último, este tubo cumple con la función adicional de desvanecer completamente el calor del refrigerante. Con este propósito, el delgado tubo, con una longitud de entre 2.80 m y 3.10 m, va unido a toda la línea que lleva el gas frío de regreso al compresor, llamada **línea de retorno**.

Esta unión del tubo capilar con la línea de retorno se conoce como **intercambiador de temperatura** y se produce de fábrica con soldadura de estaño. Cuando llega el momento de sustituir este delgado tubo por uno nuevo, en lugar de soldarlo se acostumbra enrollarlo en espiral sobre la misma línea de retorno.

El tubo capilar, además, controla y regula el paso del refrigerante en estado líquido al evaporador. Asimismo, mantiene un equilibrio entre la sección de alta presión y la de baja presión, y evita que se forme escarcha en la línea de retorno.



Todavía en estado líquido, el refrigerante llega con un alto nivel de presión al término del tubo capilar; cuando pasa al evaporador, donde existen condiciones de baja presión, el líquido se expande de manera súbita, comienza a hervir y se vaporiza, sin dejar de producir una pequeña cantidad de líquido en forma de gotas.

Existen distintas formas de evaporadores: los hay de concha, de anaquel, de pared y de aire forzado sin escarcha.

El **evaporador de concha** o **de caja** consta de un par de placas de aluminio con tuberías talladas o grabadas.

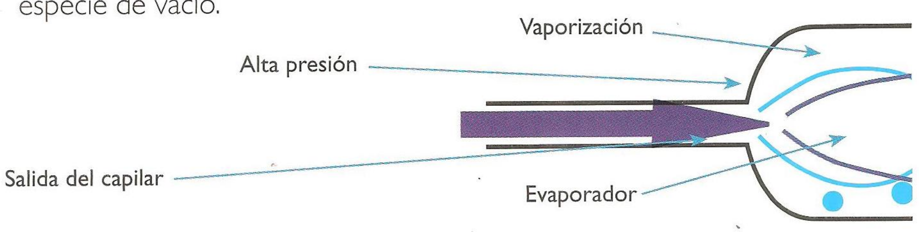
Evaporador

El evaporador, mejor conocido como **congelador**, es el espacio donde el refrigerante se vaporiza por completo y genera frío. Aquí se inicia la sección de baja presión del refrigerador.



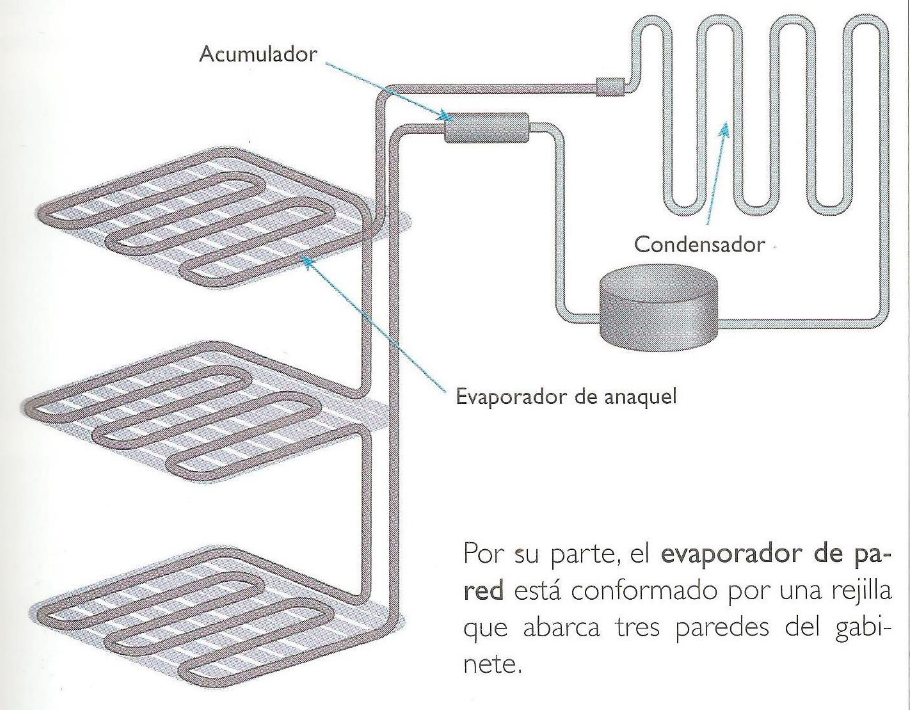


La succión que ejerce el compresor es la causa de que en el interior de la línea de retorno y en el evaporador exista poca presión y se forme una especie de vacío.

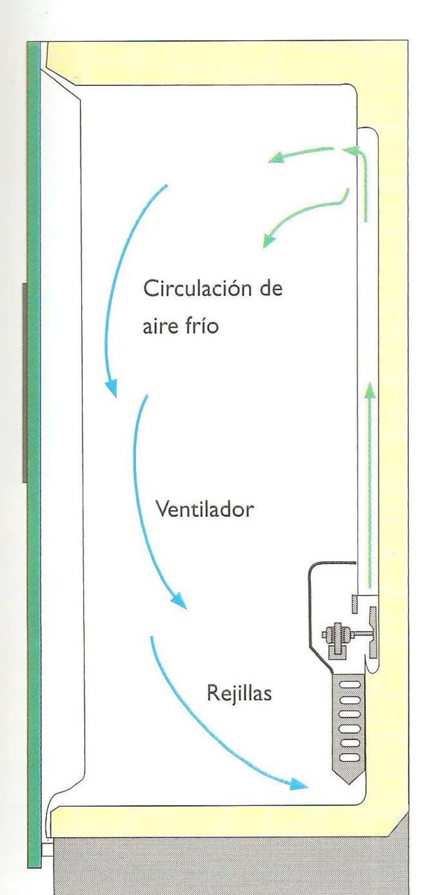


Cuando el refrigerante pasa al estado gaseoso, absorbe el calor del gabinete y lo enfría. En su recorrido por el evaporador, las pequeñas gotas de refrigerante que aún se conservan terminan por gasificarse. De esta forma, el refrigerante entra a la línea de succión transformado por completo en gas.

El **evaporador de anaquel** consta de una serie de rejillas horizontales, dispuestas a la manera de las tablas o repisas de un estante.



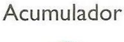
Por su parte, el **evaporador de pared** está conformado por una rejilla que abarca tres paredes del gabinete.



Evaporador de aire forzado

Instalado fuera del gabinete, en la parte trasera, el **evaporador de aire forzado** opera mediante un pequeño ventilador que arroja el aire frío a la parte superior.

En la parte final del evaporador hay un acumulador. Se trata de una trampa de líquido donde se acumula el vapor húmedo. Su función es evitar que se introduzcan líquidos en el tubo de succión y guardar una pequeña reserva de frío, la cual cubre las pérdidas que ocurren al abrir la puerta de la cabina o al introducir objetos o alimentos calientes.

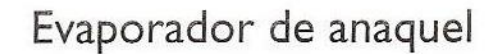


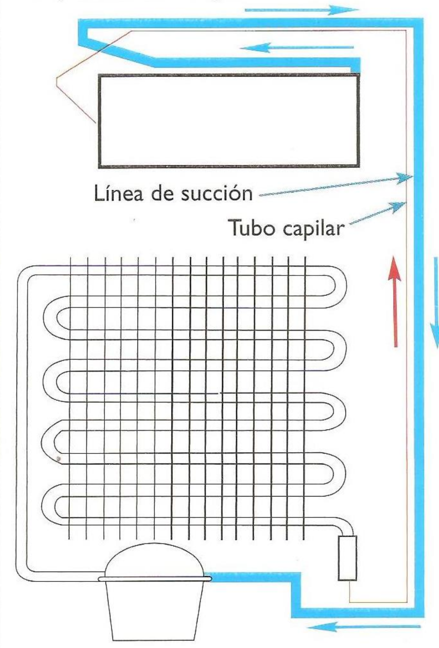




Línea de succión

El refrigerante pasa del evaporador al compresor a través de la línea de succión. Ésta consiste en un tubo cuyo diámetro es lo suficientemente grande para permitir que el gas circule con un mínimo de resistencia. El gas desciende en forma directa por el tubo, desde la salida del acumulador hasta la entrada del compresor.



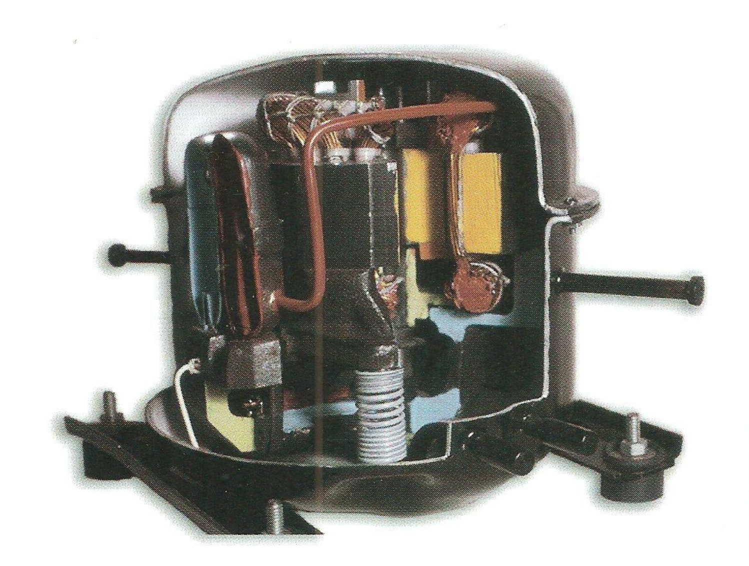


Para reducir los niveles de gasificación, el tubo capilar se coloca adosado a la línea de succión.

Compresor

Dadas sus características, se puede afirmar que el compresor es el corazón del refrigerador. Opera por medio de un motor, y su principal función es succionar el gas que circula por la sección de baja presión, para luego enviarlo con fuerza al interior del condensador y el resto de la sección de alta presión.

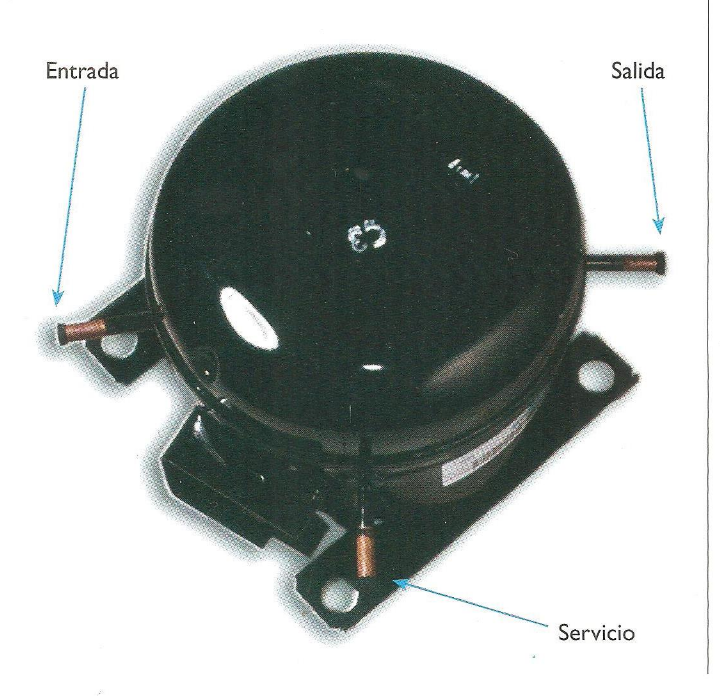
Por lo general, en los sistemas comerciales el motor se conecta al compresor a través de una banda. No obstante, en los sistemas domésticos el motor se coloca en el interior de una caja metálica, unido de forma directa al compresor. Sellada de manera hermética, dicha caja se monta sobre unos resortes para evitar que la vibración del motor alcance el exterior. A este tipo de sistemas se les conoce como **equipos blindados**.



Para succionar y comprimir el refrigerante suele utilizarse un pistón, mediante el cual se pone en marcha un mecanismo que al bajar chupa y al subir comprime.

A través de unas válvulas, el refrigerante entra y sale del pistón. La válvula de succión se abre en el momento en que el pistón desciende; al subir el pistón se cierra esta válvula y se abre la de compresión, la cual se encarga de enviar el gas al condensador.

El pistón sube y baja movido por un cigüeñal. A través de una biela, a su vez, el cigüeñal transforma la acción rotatoria del motor en un movimiento en línea recta. El aceite especial que lubrica este mecanismo se encuentra en el interior del compresor.

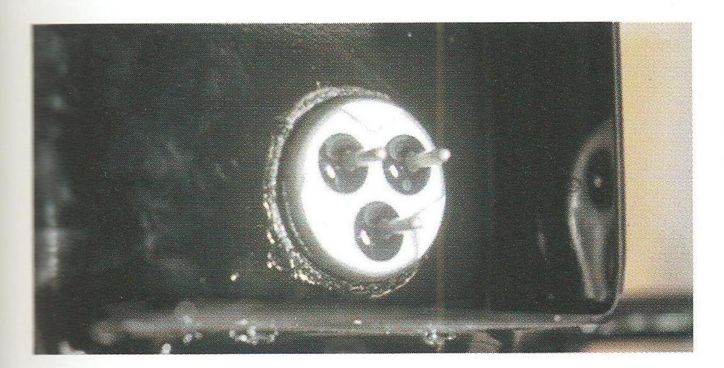


Relevadores



Gracias a su flexibilidad, las tuberías de entrada y salida del gas pueden conectarse con el resto del refrigerador. La más larga es la de succión, mientras que la corta le da salida a la presión. En algunos aparatos, los compresores herméticos tienen terminales que permiten cargar el sistema con refrigerante.

Los motores eléctricos de los refrigeradores domésticos suelen ser de inducción y tienen capacidad para generar 3 400 rpm, de manera aproximada. Poseen tres terminales aisladas de forma hermética para evitar todo tipo de fugas; estas terminales suelen estar fundidas en vidrio sobre un disco de metal. Se trata de crear un sistema de enfriamiento capaz de operar con el refrigerante en estado de vapor, pues en estado líquido estropearía el motor.

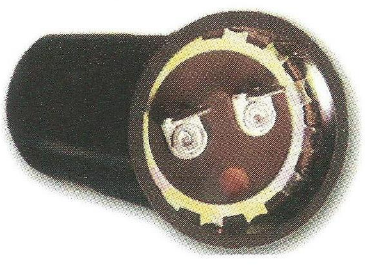


En los motores herméticos se emplean dos embobinados: uno cubre la operación normal del motor, mientras que el otro sólo se encarga de ponerlo en marcha. Este último embobinado se activa a través de un relevador o relay y un capacitor de arranque, ambos ubicados en el exterior de la caja hermética.



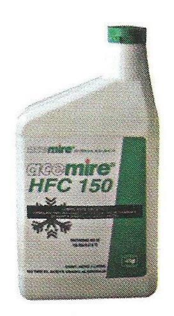
El capacitor de arranque tiene como función trasmitirle energía al circuito de inicio durante tres o cuatro segundos, el tiempo necesario para que el motor alcance 75 % de su velocidad normal. Transcurrido ese lapso, se enciende el circuito de operación y se desconecta el de arranque.





Aceites lubricantes

Los compresores utilizados en los sistemas de refrigeración requieren de un lubricante muy refinado que enfríe sus partes mecánicas y las mantenga aceitadas. En los sistemas de compresión hermética, este lubricante suele aplicarse en una sola ocasión.







Circuitos y controles eléctricos

Los aparatos domésticos de refrigeración tienen dos controles básicos: el control de temperatura y el control de deshielo.

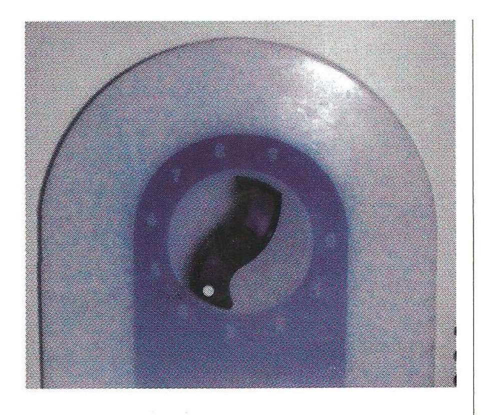
El **control de temperatura** es el circuito que administra la operación del compresor. Se regula mediante un registro que tiene marcados distintos niveles de temperatura. Para mantener la temperatura del gabinete entre 2 y 7 °C y la del congelador entre −15 y −34 °C, los refrigeradores trabajan, en promedio, de ocho a 14 horas diarias durante periodos, de cinco a 10 minutos. Los niveles de frío del aparato pueden regularse de acuerdo con las exigencias de la temperatura ambiente, es decir, según sea temporada de calor o de frío.



Los refrigeradores domésticos pueden emplear dos diferentes tipos de termostatos: los de bulbo sensor y los bimetálicos. Por lo general, el termostato se ubica en el compartimiento del enfriador.

Los **termostatos de bulbo sensor** trabajan mediante la expansión y contracción del vapor contenido en un fuelle o diafragma metálico. Cuando la temperatura del gabinete se eleva, el gas aumenta la presión en el interior del fuelle; al expandirse, el fuelle activa un contacto eléctrico que pone en marcha el compresor.

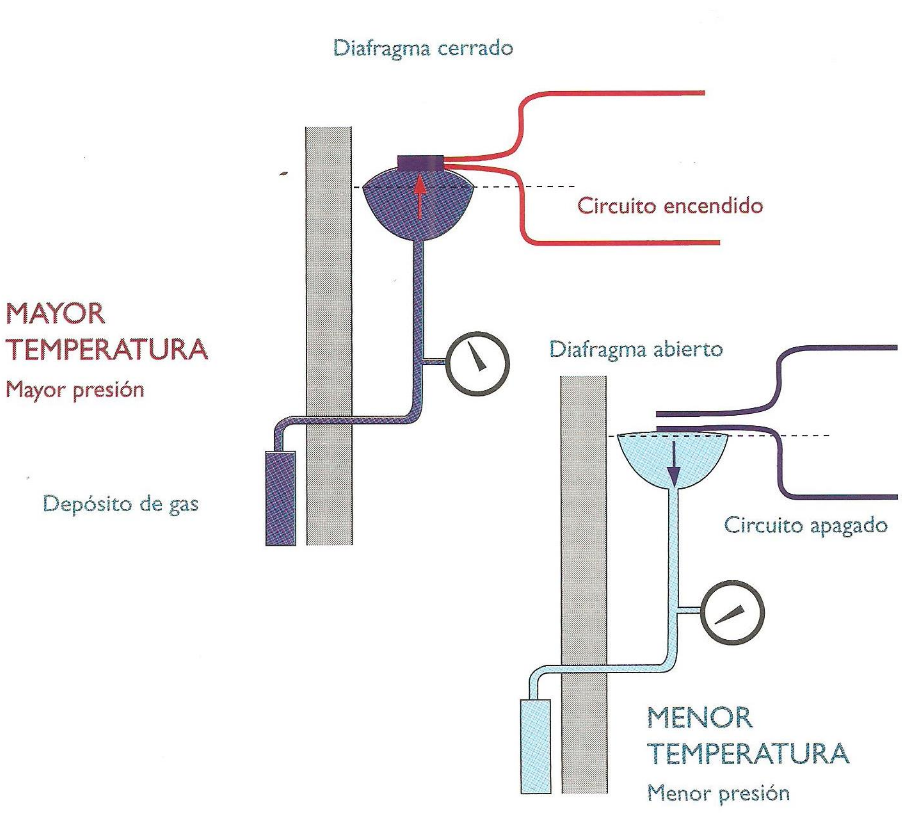
Cuando el gabinete se enfría, disminuye la presión del gas en el interior; entonces el fuelle se contrae y desactiva el interruptor del compresor. Cuando la temperatura vuelve a subir, el termostato enciende de nuevo el motor. El interruptor tiene, además, la función de proteger al equipo de cualquier tipo de sobrecargas.



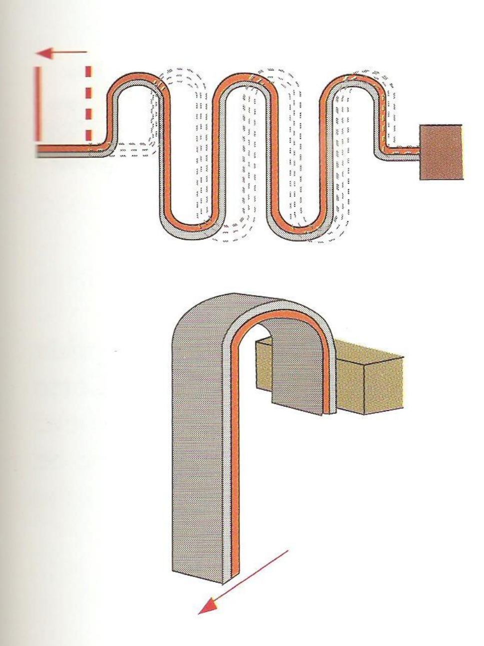
El encendido y apagado del compresor opera mediante un termostato.

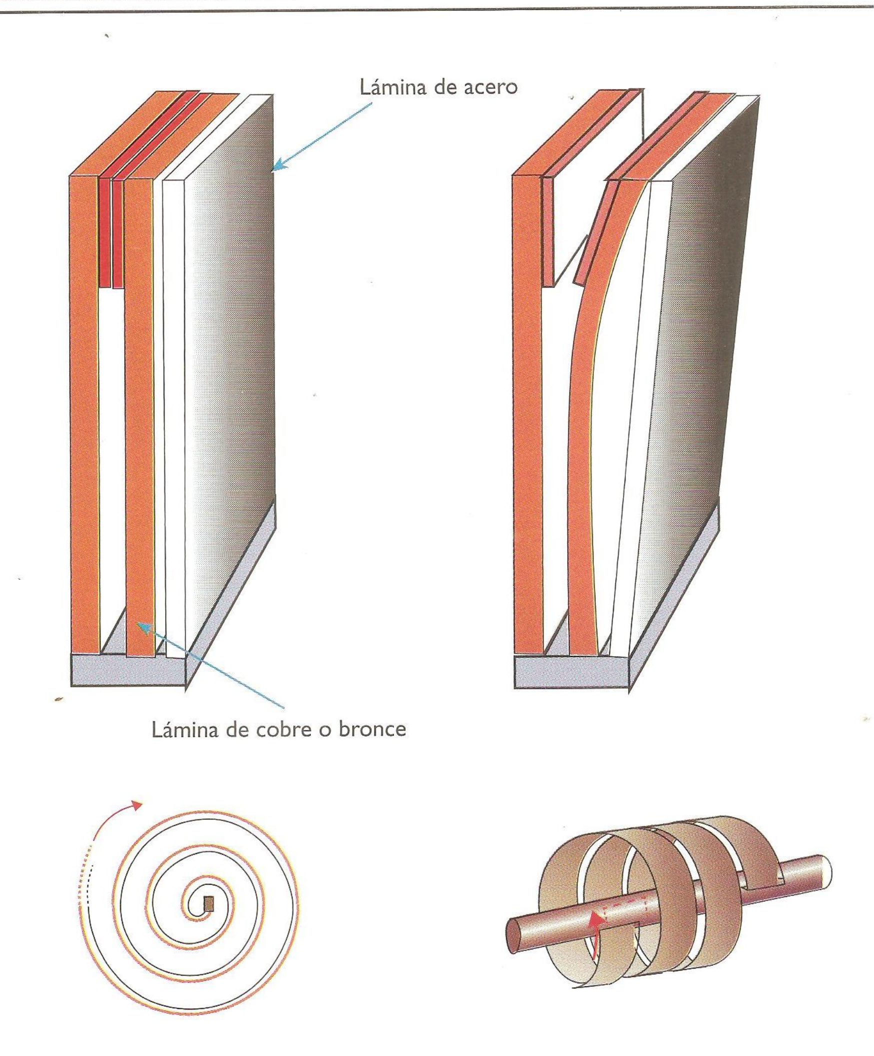
- Gabinete: 2 a 7 °C
- Congelador: −15 a −34 °C

Los refrigeradores más modernos suelen contar con una o dos tarjetas electrónicas que regulan la operación de sensores de puertas, termostato, luz interior, congelador, despachadores de agua o de hielo y otros dispositivos.



El **termostato bimetálico** combina dos metales con distintos coeficientes de expansión: el acero con el cobre o el bronce, por lo general. Las barras metálicas están unidas por su respaldo. Cuando se calientan, la barra de cobre o bronce se expande más rápido que la de acero, lo que provoca que los metales se doblen.





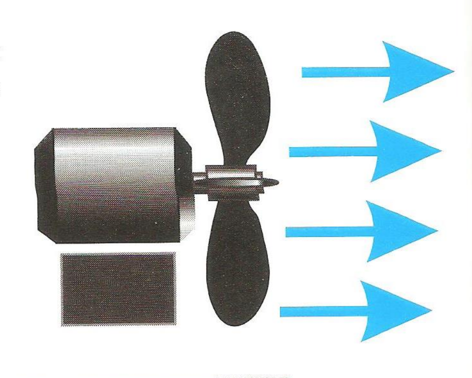
Con el fin de que el movimiento de los metales sea el que se requiere para abrir y cerrar un circuito, basta con alargar el metal y enroscarlo en una espiral.

Controles de deshielo

En el gabinete de un refrigerador, el aire es muy seco, porque la humedad tiende a concentrarse en el evaporador y a cristalizarse con el frío. Sin embargo, una capa demasiado gruesa de escarcha puede convertirse en una barrera para el frío que produce el congelador. Por esta razón es necesario eliminar la escarcha del refrigerador de manera periódica.



Para desescarchar o deshelar el aparato es preciso calentar el evaporador. Con este fin se puede echar mano del gas caliente del condensador o de una resistencia eléctrica, o bien evaporar la escarcha con un ventilador.





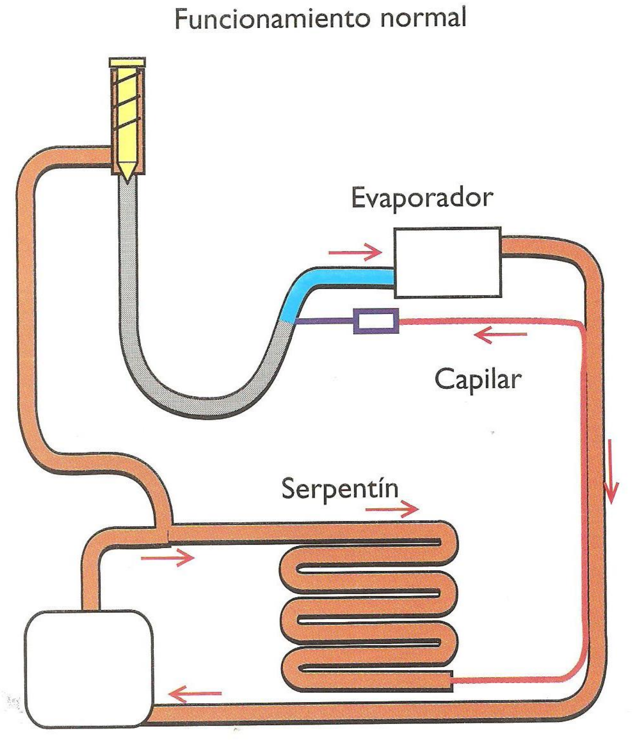
Resistencia eléctrica



Sistema de descongelamiento con gas caliente

Los sistemas de gas caliente están equipados con un reloj de control, cuya función es abrir una válvula solenoide. Cuando esto ocurre, el gas caliente penetra el evaporador mientras el compresor está en funcionamiento. Como consecuencia, la escarcha se derrite.

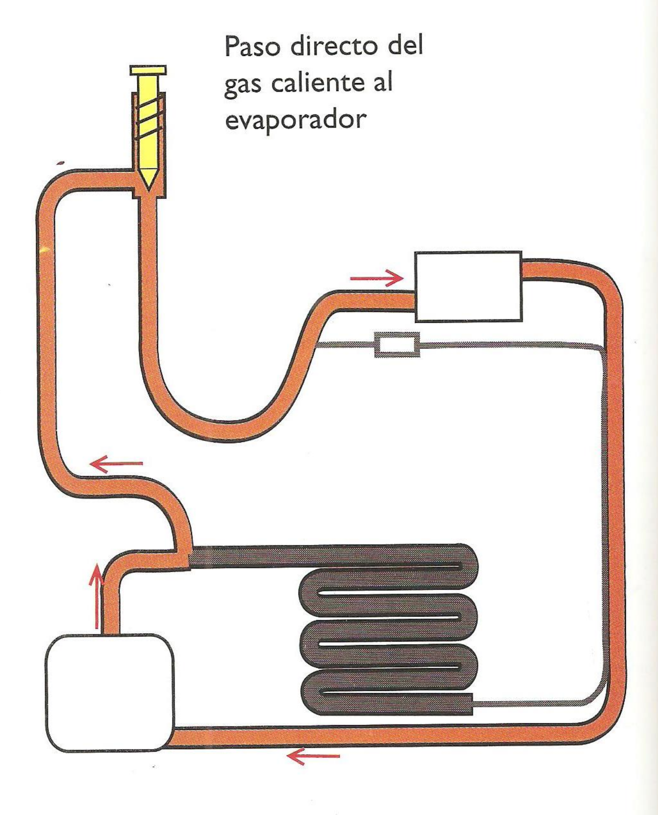
VÁLVULA SOLENOIDE CERRADA



Compresor

Retorno

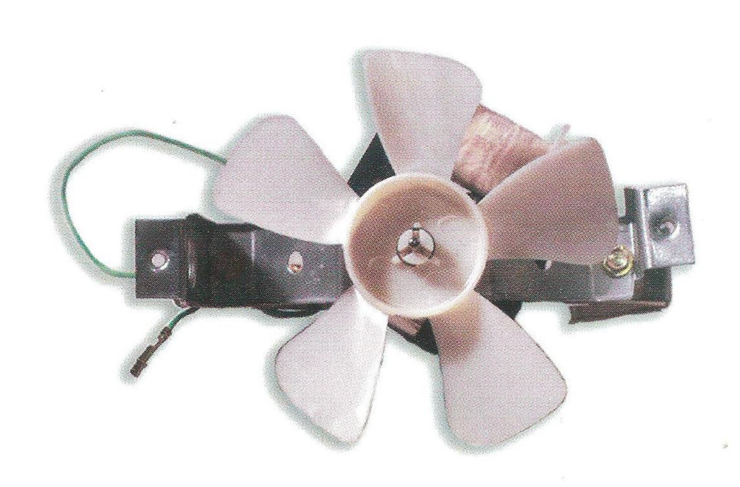
VÁLVULA SOLENOIDE ABIERTA



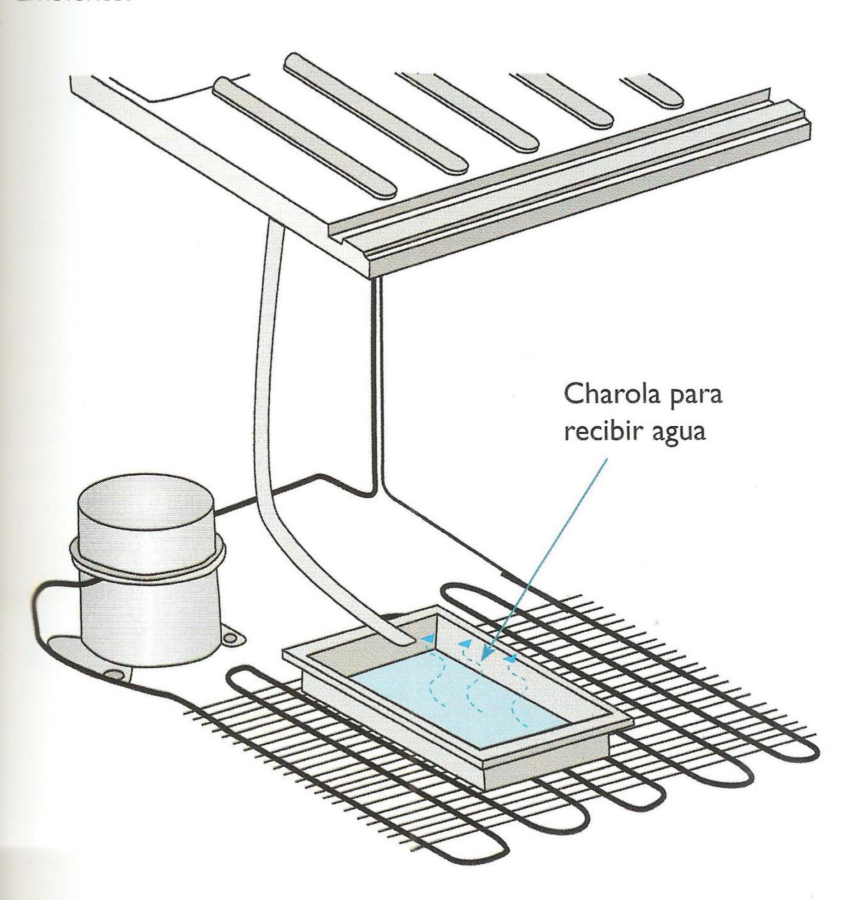
Otros sistemas operan mediante un reloj eléctrico. De manera periódica, cada seis o 12 horas, por ejemplo, el reloj detiene el compresor y pone en funcionamiento una resistencia eléctrica cercana al congelador, por un lapso de 15 minutos. Transcurrido este tiempo, el reloj apaga la resistencia y pone en marcha el compresor.

Para desescarchar se emplea también el método de aire forzado. Opera de forma permanente y suele utilizarse en los refrigeradores con evaporador de aire forzado. En este caso, el aire del ventilador evita que se formen capas de hielo. A estos sistemas se les denomina **libres de escarcha**.

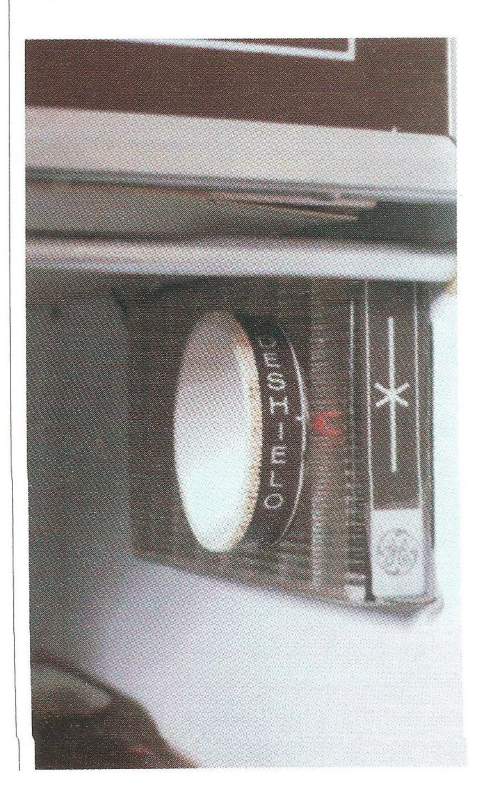




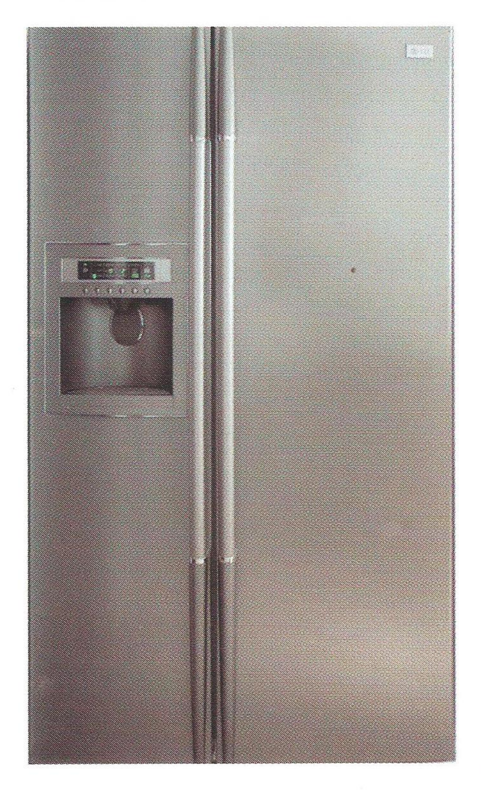
Para recoger el agua del deshielo existe una charola en la parte superior del compresor o del serpentín. Ahí el agua se calienta y se evapora en el ambiente.



Existen también sistemas semiautomáticos para eliminar la escarcha. Están equipados con un botón que el propietario debe pulsar cada vez que desee poner en marcha el proceso de deshielo.



Gabinete

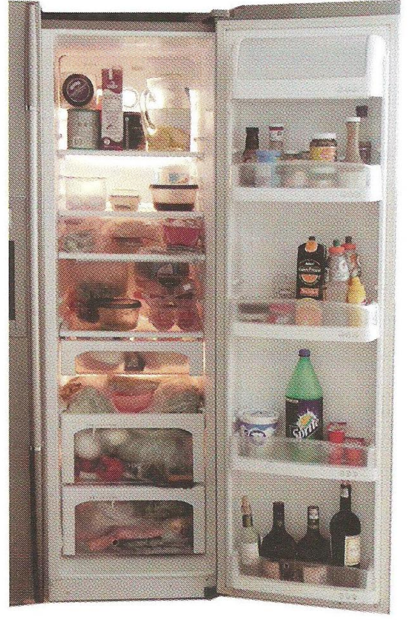


En los refrigeradores domésticos el gabinete suele ser una caja elebo-rada con dos láminas de acero troquelado: una interior y una exterior. En medio llevan una capa de espuma de uretano o de fibra de vidrio, y ambas están terminadas con esmalte horneado.

En la parte superior, el gabinete tiene, además del evaporador, una serie de anaqueles para almacenar diversos productos.

En la parte inferior suele haber uno o dos cajones para guardar alimentos frescos.

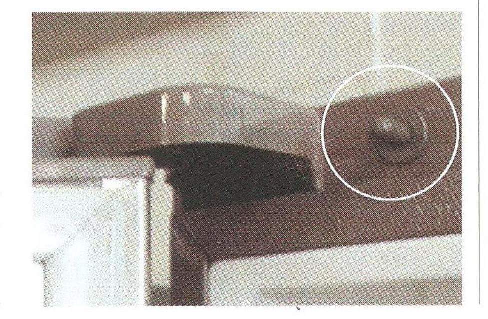
Cuenta, además, con parrillas de diferentes niveles.



También la parte interior de la puerta tiene una serie de anaqueles, que por lo general se emplean para colocar frascos, botellas, mantequillas y huevos.

La puerta del refrigerador tiene en las orillas una banda de vinil flexible, con un colchón de aire y con imanes. La función de esta banda es garantizar un cerrado hermético del gabinete.

En el borde del gabinete se coloca un interruptor, de modo que el foco para iluminar el interior se active al abrir la puerta y se apague al cerrarla.



Tipos de refrigeradores domésticos

Existen distintos tipos de refrigeradores. Los más sencillos, hoy casi en desuso, no tienen congelador y hay que deshelarlos de forma manual. Hay otros de deshielo también manual, pero con congelador. Un poco más actuales son los de congelador con deshielo automático. Los más modernos son los refrigeradores libres de escarcha.

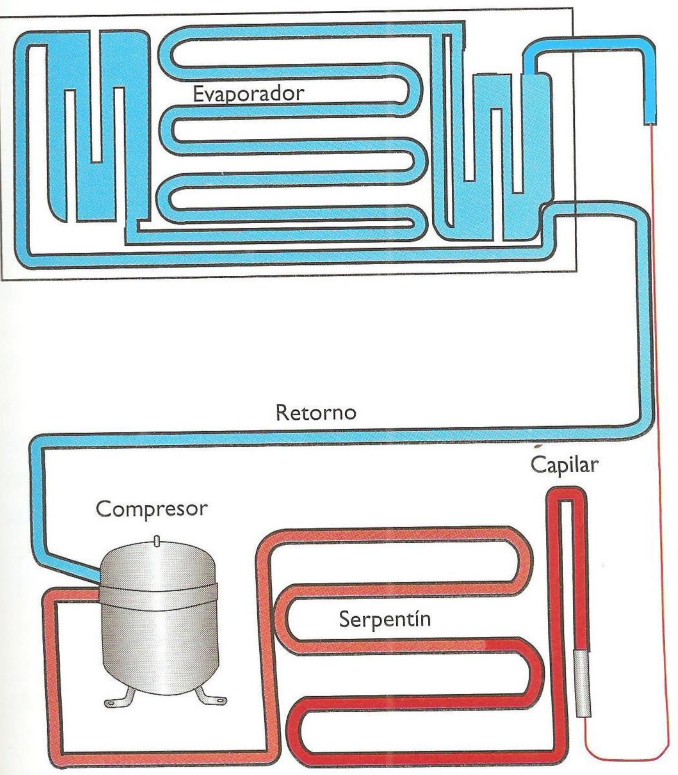


Los refrigeradores de producción más reciente pueden tener una, dos y hasta tres puertas. También existen otros especialmente amplios, llamados dúplex. Algunos aparatos cuentan con fábrica y dispensador de hielos, despachador de agua y controles electrónicos de alta tecnología.

Refrigeradores	Congeladores
Deshielo manual	De baúl
Semiautomáticos	Verticales
Automáticos libres de escarcha	

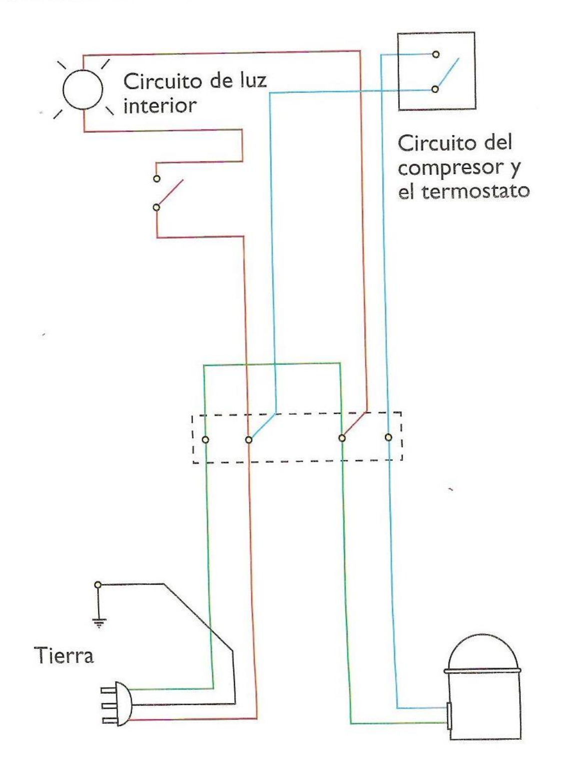
Refrigeradores de deshielo manual y sin congelador

Poseen un evaporador muy pequeño en la esquina superior del gabinete, el cual tiene apenas la capacidad suficiente para producir unos cuantos cubos de hielo.

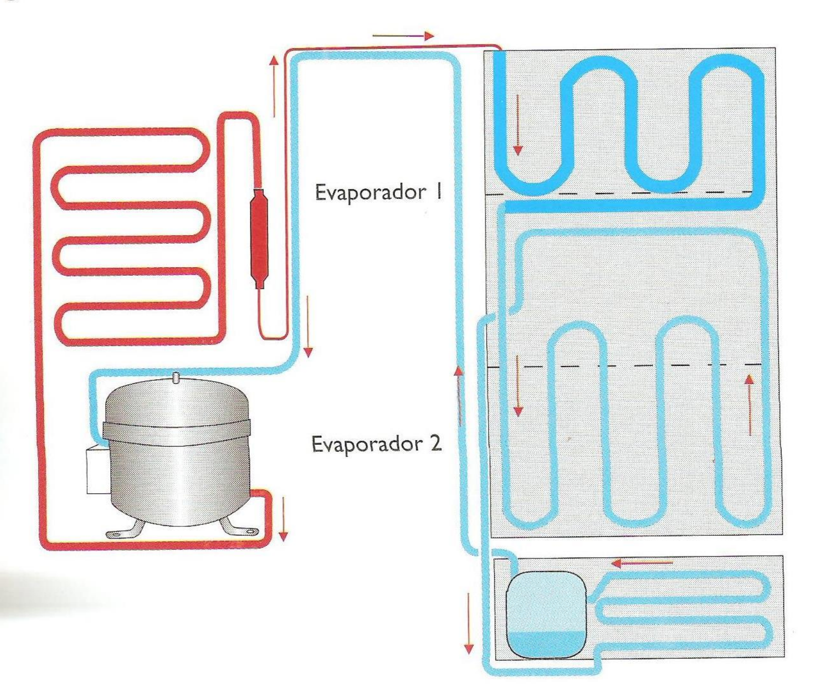


Su sistema eléctrico consta de dos circuitos separados, uno para la luz interior y otro para el compresor y el termostato.



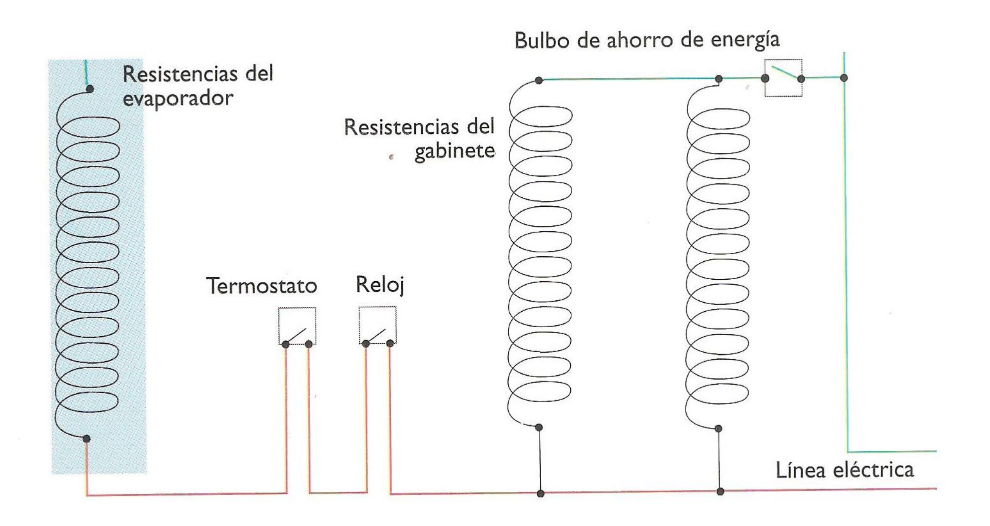


Refrigeradores de deshielo manual con congelador



Tienen un par de espacios en el interior del gabinete: el de la parte superior es un congelador que funciona a una temperatura cercana a −18 °C; el otro, más amplio, sirve para enfriar los alimentos frescos a una temperatura que oscila entre 2 y 7 °C. Por lo general cuentan con dos evaporadores: uno en el congelador y otro en la parte trasera de la sección de alimentos frescos.

Refrigeradores con congelador y sistema de deshielo automático de resistencia eléctrica

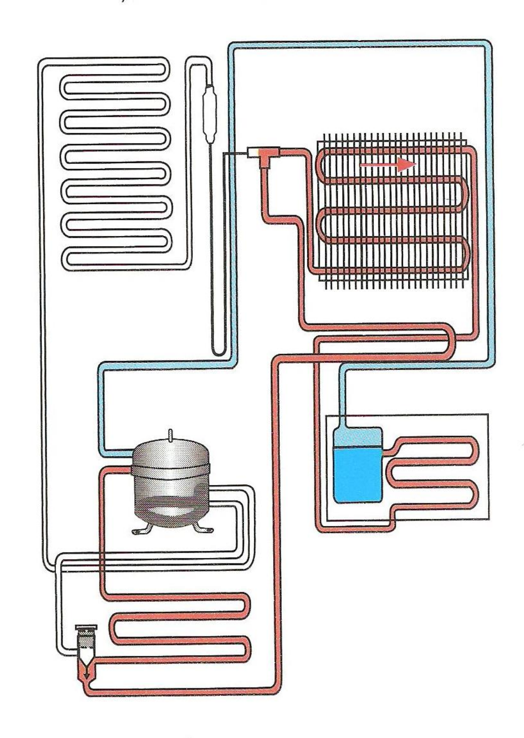


Suelen tener hasta tres calentadores de resistencia eléctrica: el primero está en el congelador; el segundo ocupa la orilla de la puerta del congelador y tiene como objetivo evitar que se acumule escarcha; el tercero se encuentra en la charola que colecta el agua de deshielo.

La resistencia del evaporador se activa con un reloj y se desactiva con un termostato que registra el término del deshielo. Las demás resistencias permanecen encendidas, salvo cuando el bulbo interruptor de ahorro de energía las desactiva.

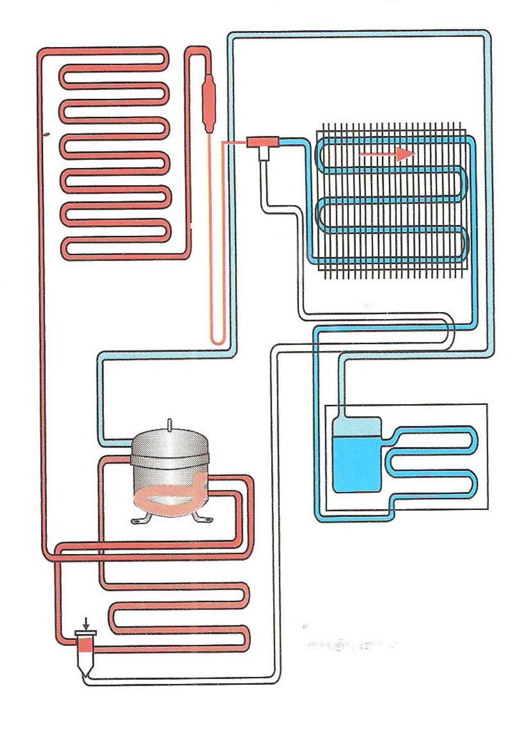
Refrigeradores con congelador y deshielo automático de gas caliente

De diseño moderno, estos aparatos cuentan con un termostato en el compartimiento de alimentos frescos, un reloj de deshielo y, finalmente, una válvula solenoide situada en la base del gabinete.



DESHIELO CON GAS CALIENTE

Válvula solenoide abierta



FUNCIONAMIENTO NORMAL

Válvula solenoide cerrada





Refrigeradores libres de escarcha

Se trata de aparatos en los que todo el frío proviene de un evaporador que se ubica en la parte trasera del congelador. Mediante un sistema de circulación constante, un ventilador arroja aire al congelador y evita que se acumule la escarcha, al tiempo que hace llegar el aire frío a la sección de alimentos frescos.

Algunos de estos refrigeradores tienen dispensadores de agua fría y/o de hielos.

Congeladores domésticos

Los más prácticos son los de baúl, los cuales tienen la puerta en la parte superior. Esto contribuye a que la pérdida de frío que ocurre al abrirlos sea mínima, dado que el evaporador se encuentra situado en la zona baja del gabinete.

También existen congeladores domésticos de forma vertical.





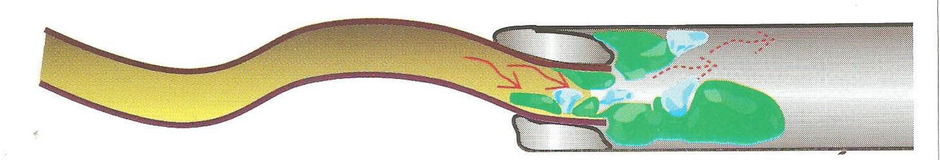
REFRIGERANTES

ESENCIALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE TODO REFRIGERADOR, LOS REFRIGERANTES SON SUSTANCIAS CAPACES DE ABSORBER CALOR Y TRANSPORTARLO DE UN ESPACIO A OTRO.

El refrigerante absorbe calor en su estado líquido (mismo que conserva en condiciones de baja presión) y lo libera cuando, al alcanzar una presión alta, pasa al estado gaseoso. Este ciclo ocurre una y otra vez mientras la sustancia circula por el interior del aparato.

La eficacia de un refrigerante tiene que ver con su capacidad de absorber con rapidez el calor a la temperatura que el producto requiere según su tipo de carga. Al comprar o restaurar un refrigerador es importante observar que el refrigerante empleado ofrezca la posibilidad de reutilizarse.

Las normas internacionales obligan a identificar los refrigerantes por medio de un código de color y un número precedido por la letra R. Esta regulación ayuda a evitar que, por descuido, se utilicen sustancias distintas de las indicadas, o que se mezclen diferentes tipos de refrigerantes.



Utilizados sobre todo en refrigeradores y aires acondicionados, los refrigerantes suelen comercializarse en cilindros metálicos desechables de 1, 6.8, 13.6 y 22.6 kilogramos. Las presentaciones varían según el fabricante y el tipo de gas empleado.

Los refrigerantes más conocidos son los clorofluorocarbonos (CFCs), los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) y los hidrofluorocarbonos (HFCs). Entre estos últimos existen mezclas azeotrópicas y zeotrópicas.



Clorofluorocarbonos (CFCs)

Las primeras sustancias utilizadas como refrigerantes fueron el amoniaco o bióxido de azufre, el propano, el etano y el cloruro. Se trata, en todos los casos, de gases muy tóxicos. Durante los años treinta del siglo XX se comenzaron a emplear los clorofluorocarbonos (CFCs). Como su nombre lo indica, éstos se componen de moléculas de cloro, flúor y carbono. El R-11 era la sustancia más socorrida en el campo de la refrigeración doméstica.



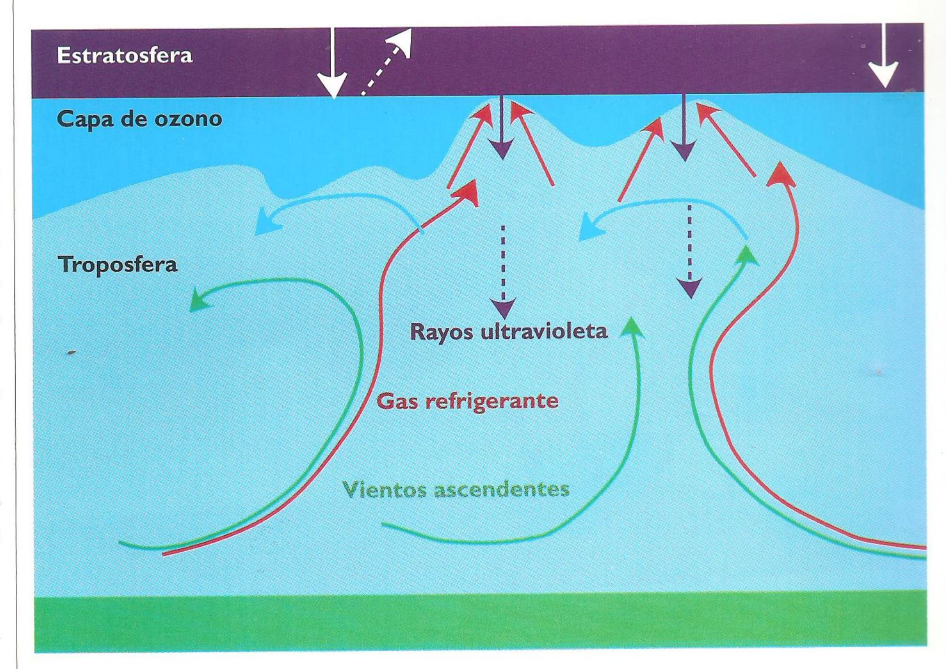
Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs)

Más tarde aparecieron los gases de vida corta, llamados hidroclorofluorocarbonos, como el R-22, el R-123 y el R-124. Se trata de refrigerantes que contienen cloro, flúor e hidrógeno.

Años después, algunos científicos –entre ellos el mexicano y Premio Nobel de Química, Mario Molina–, descubrieron que los cloruros de estos gases causan serios daños en la capa de ozono, por lo que en 1987, mediante el Protocolo de Montreal, se restringió su empleo. Hasta entonces, los más usados eran el R-12, para refrigeradores pequeños, y el R-22, para congeladores y refrigeradores residenciales y comerciales. Su producción está prohibida desde 2010.



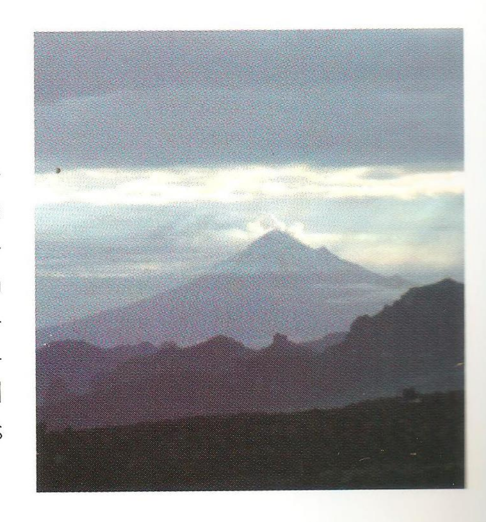
¿Cómo perjudican la capa de ozono estas sustancias? Debido a la acción de los vientos, los gases de los clorofluorocarbonos desechados durante la función de carga y descarga de un refrigerador suben de manera lenta a la estratosfera, entre 15 y 50 kilómetros por arriba de la superficie de la Tierra. Ahí entran en contacto con el ozono y tiene lugar una reacción muy destructiva. Las consecuencias no pueden ser más nocivas, pues el ozono de la estratosfera es indispensable para filtrar los rayos ultravioleta, cuyo exceso es dañino.



Los investigadores han catalogado a los CFCs y los HCFCs como sustancias que desgastan y agotan la capa de ozono (SAOs), aunque los HCFCs en menor escala debido a que contienen hidrógeno. Diversas disposiciones del Código Penal de nuestro país establecen sanciones contra quienes ocupen Sustancias Agotadoras de Ozono (SAOs) sin aplicar medidas preventivas y de seguridad.

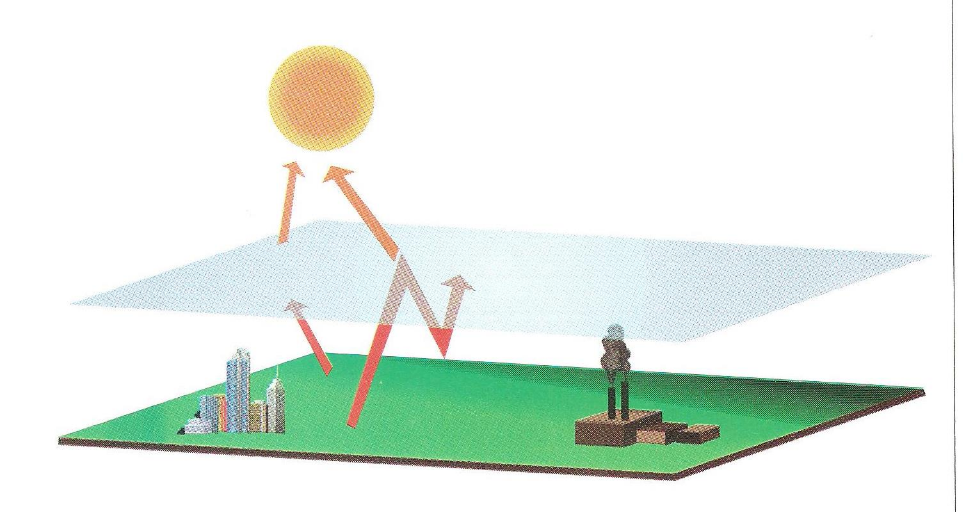
Hidrofluorocarbonos (HFCs)

Por éstas y otras razones, los refrigerantes clorados (CFCs) cayeron en desuso. Se les sustituyó con hidrofluorocarbonos (HFCs), que son mezclas elaboradas a base de hidrógeno, flúor y carbono. Aunque también tienen efectos nocivos sobre el medio ambiente, estos refrigerantes no destruyen la capa de ozono.



HCFCs y HFCs, principales causas del efecto invernadero

El efecto llamado invernadero favorece el calentamiento global. En condiciones normales, la energía solar que llega a la Tierra regresa a la estratosfera. No obstante, cuando la capa densa que forman ciertos gases bloquea la salida, esa energía se mantiene en la superficie durante más tiempo. Esto provoca que la temperatura de nuestro planeta se eleve de manera considerable, lo que, a su vez, propicia la aparición cada vez más frecuente de huracanes e inundaciones. Para lubricar aquellos equipos que operan con hidrofluorocarbonos conviene utilizar aceites sintéticos, cuyo nivel de toxicidad es bajo.





Refrigerantes zeotrópicos y azeotrópicos

Los llamados **zeotrópicos** son refrigerantes que resultan de combinar diversas sustancias. Se caracterizan por mantener, a pesar de la mezcla, sus distintas propiedades, entre ellas sus variables temperaturas de ebullición y de condensación. Se les identifica mediante una cifra de tres dígitos que inicia con el número 4. Esta cifra aparece precedida por una letra mayúscula, la cual indica que el producto es una mezcla. Los zeotrópicos están libres de cloro y no son inflamables.

Los **azeotrópicos** son mezclas cuyo comportamiento puede ser distinto y mejor que el de cada uno de los refrigerantes que las componen, siempre y cuando se evaporen y condensen a una presión constante. Su número de identificación consta de tres dígitos y comienza siempre con un 5. La mezcla azeotrópica más empleada en la refrigeración comercial es el R-507.



Los refrigerantes naturales

La fabricación de nuevos refrigerantes apunta hacia la utilización de sustancias que no desgastan el ozono y que, en cambio, sí proporcionan una mayor eficacia energética, como los hidrocarbur os (HC), el amoniaco (NH_3) y las hidro-fluoro-olfelinas (HFO). Algunas empresas destacadas de nuestra región ya utilizan hidrocarburos como refrigerantes, debido al notable ahorro energético que proporcionan. Cabe advertir, sin embargo, que son muy inflamables y que su uso todavía no está regulado.

Los gases que emiten los refrigeradores y los equipos de aire acondicionado, tanto domésticos como comerciales, son una de las principales causas del calentamiento global y de la destrucción de la capa de ozono.



En refrigeración comercial se utilizan sobre todo el HCFC-22, el R-407C, el R-404A y el R-507.

En nuestros días, casi todos los refrigeradores domésticos, y también algunos equipos comerciales, emplean un refrigerante denominado **HFC R-134a**. Se trata de un compuesto de **tetrafluoretano**, que se co-mercializa en un cilindro de color azul celeste. El aceite polioléster es el lubricante indicado para este gas.

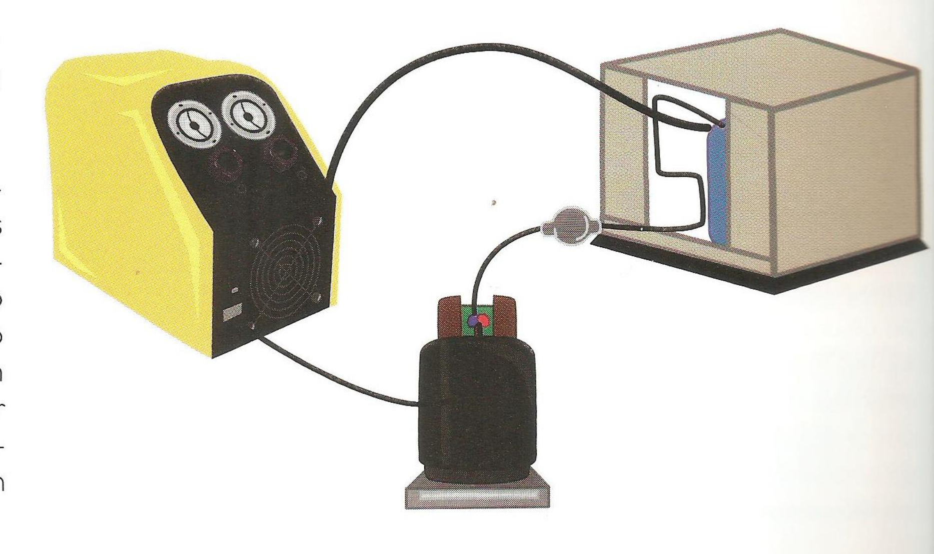
Recuperación, reciclaje y destrucción de un refrigerante

Para cumplir con los acuerdos internacionales de protección del medio ambiente, en este caso los Protocolos de Montreal y de Kioto, un buen técnico debe conocer y acatar las normas establecidas en materia de recuperación, reciclaje y remplazo de gases refrigerantes.

En el caso de los CFCs, aún utilizados en algunos equipos en nuestro país, es recomendable verificar el estado del gas y, en caso de encontrarlo contaminado, proceder a recuperar y reciclar.

Al desechar un refrigerador viejo es conveniente enviarlo a un centro de reciclado, donde se aplican los procedimientos apropiados para la recuperación de los gases, con el fin de evitar que contaminen la atmósfera.

Al final de este manual puede consultarse un directorio de centros de reciclaje para refrigerantes.



Recuperación. Se le llama recuperación a la remoción de gases refrigerantes y a su posterior almacenamiento en un contenedor o cilindro externo. Para llevar a cabo esta labor, es preciso contar con un equipo especializado. A pesar de ser costoso, este equipo es indispensable para el buen desempeño de un técnico profesional.

Los refrigerantes recuperados pueden reutilizarse, lo mismo en el sistema original que en algún otro aparato. La función del equipo empleado para la recuperación es separar y filtrar el aceite y las partículas contaminantes que se han mezclado en el gas. La posibilidad de volver a usar un refrigerante depende de su grado de contaminación.

Reciclaje. Al procedimiento mediante el cual se limpia un gas refrigerante contaminado por el uso, con el objetivo de volver a utilizarlo, se le conoce como reciclaje. Dicho trabajo de limpieza consiste en retirar el aceite y las partículas contaminantes, así como en reducir la humedad y la acidez del gas.

En la medida en que un refrigerante se contamina, se acorta su vida útil. Las principales causas de contaminación son la humedad y la presencia de ácidos, partículas y gases no condensables. Al recuperar y reciclar los refrigerantes se consigue alargar la vida útil de los refrigeradores.

El reciclaje de refrigerantes debe realizarse en centros autorizados. Éstos cuentan con los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso y determinar la calidad del reciclaje. Para más información, conviene consultar la lista de centros especializados a nivel nacional, la cual aparece en el sitio de internet de Semarnat: <www.semarnat.gob.mx>.

Regeneración. Este proceso, dirigido a renovar un refrigerante para que cumpla las especificaciones de calidad de uno nuevo, requiere la aplicación de métodos complejos de destilación y filtrado, los cuales sólo pueden llevarse a cabo con equipos reprocesadores. En su defecto, hay que recurrir a la planta del fabricante.

Recuperación y destrucción. Una vez que un refrigerante se ha mezclado con otros, o bien cuando sus niveles de contaminación impiden reutilizarlo, debe desecharse. En tal caso hay que colocar la sustancia en un contenedor externo y llevarla a un centro de acopio especializado, donde los técnicos llevarán a cabo el proceso conveniente para su destrucción.

Remplazo. Para remplazar un refrigerante es necesario **seleccionar de manera cuidadosa tanto el refrigerante como el lubricante adecuado para cada equipo**. Si se quiere, por ejemplo, sustituir el CFC-12 de un refrigerador hermético por un 134a, es preciso cambiar el compresor o retirar el aceite lubricante.

Relación entre lubricantes y refrigerantes

Al pasar por los cilindros del compresor, el refrigerante se mezcla de manera paulatina y en cantidades pequeñas con el aceite lubricante. A la capacidad de mezcla de un refrigerante se le llama **miscibilidad**.



Si el gas refrigerante posee la velocidad requerida, ejerce un efecto de barrido sobre el lubricante y lo hace circular por el sistema. De lo contrario, el refrigerante se estanca en los tubos y, al disminuir su presencia en el compresor, se reduce también la trasmisión de calor. De ahí la importancia de que el lubricante y el refrigerante sean compatibles, es decir, miscibles. Consulte el cuadro siguiente:

Tipos de lubricantes	
Aceite mineral	Se recomienda su uso con los gases CFCs. El vacío debe mantenerse en 500 micras.
Aceite ikilbenceno	Se recomienda su uso con los gases HCFCs. Se recomienda, al menos, remplazar 50% del aceite mineral. El vacío debe mantenerse en 500 micras.
Aceite polioléster POE	Único recomendado para los gases HFCs. Efecto detergente. Altamente higroscópico. Se deben utilizar deshidratadores aprobados. El vacío debe mantenerse en 250 micras.
Aceite poliaquiglicol PAG	Único recomendado para uso automotriz R-134a. Efecto detergente. Altamente higroscópico. Se deben utilizar deshidratadores aprobados. El vacío debe mantenerse en 250 micras.

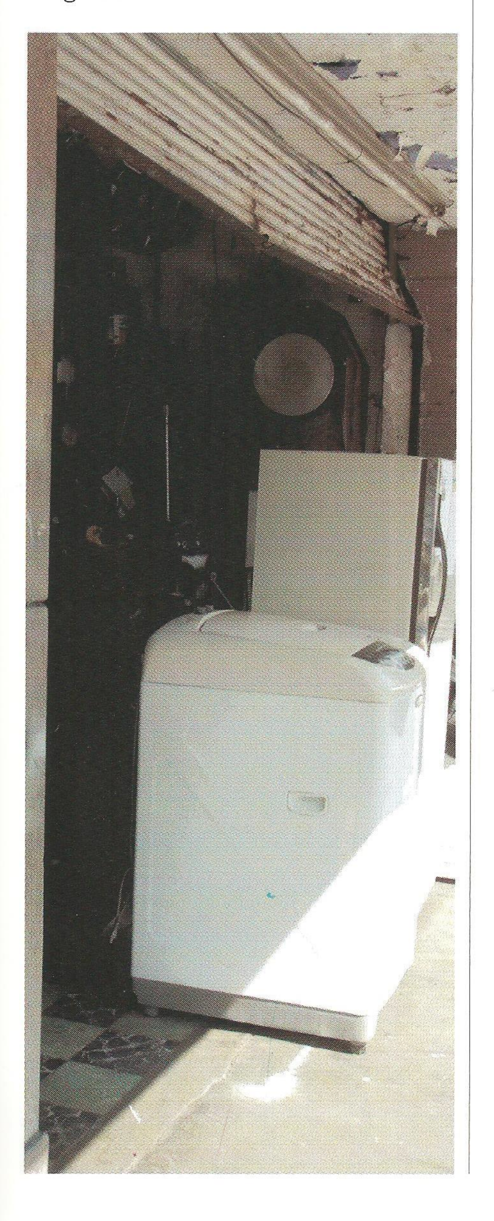
Anticongelantes

Es preciso evitar el uso de anticongelantes en los refrigeradores, pues aceleran el desgaste del sistema.

PRECAUCIONES

PARA EL BUEN MANEJO DE LOS REFRIGERANTES CONVIENE TOMAR ALGUNAS PRECAUCIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Cuando se trabaja con refrigerantes, es preciso hacerlo en espacios abiertos y ventilados, pues se trata de gases que inhiben la presencia de oxígeno.





Por otra parte, antes de operar cualquiera de estos productos, es indispensable leer de manera detenida el instructivo de seguridad correspondiente.

Es muy importante aislar las sustancias refrigerantes de cualquier fuente de calor: vapor y fuego.



Evite golpear los cilindros con alguna herramienta o contra el piso. NUNCA utilice cilindros dañados o que dejen ver la presencia de óxido.

NUNCA recargue o rellene un cilindro desechable: además de que está prohibido, es muy riesgoso.

NO manipule ni transporte el cilindro por la válvula, ni trate de repararla en caso de que se rompa. Al abrir la válvula, hágalo despacio y con sumo cuidado; no olvide cerrarla una vez que deje de trabajar con el refrigerante.

No bloquee ni dañe el disco de ruptura.

NO utilice nunca oxígeno o aire comprimido para presurizar los sistemas de refrigeración: los refrigerantes pueden estallar en esas condiciones.

NO use flamas o antorchas en búsqueda de fugas: su presencia puede generar grandes cantidades de compuestos ácidos de consecuencias nocivas para la salud.

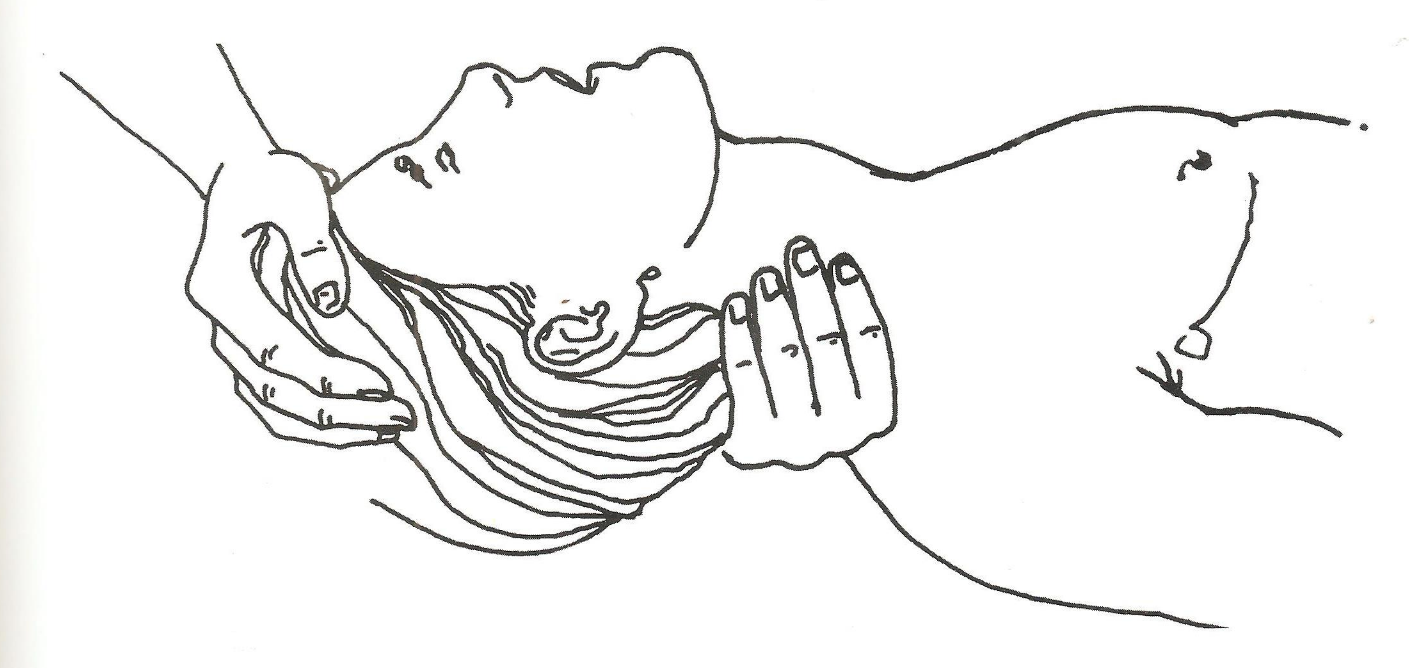


Si mientras utiliza un soplete para soldar percibe una variación en el tamaño o el color de la flama, suspenda de inmediato el trabajo y ventile el área.

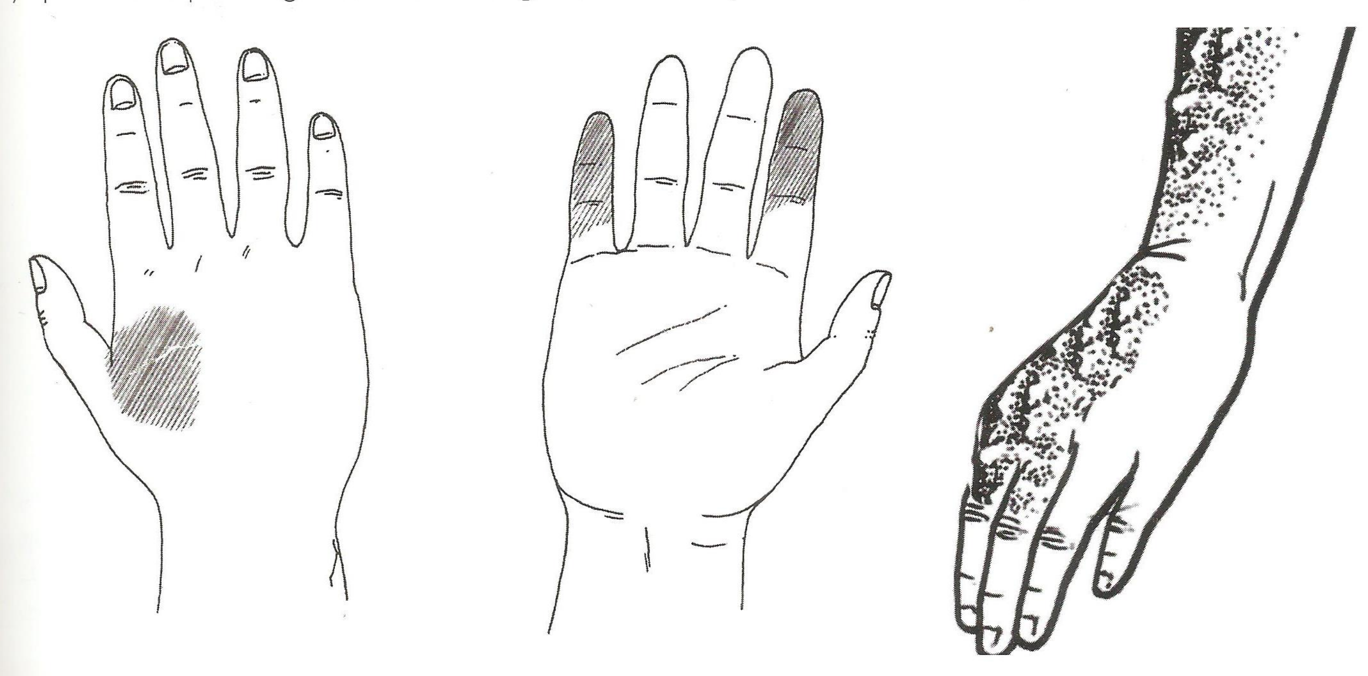
NUNCA exceda la capacidad de carga de un refrigerador o de un cilindro de recuperación. Al cargar el gas, tome siempre como referencia una medida de peso. Mantenga la carga por abajo del límite especificado. En un cilindro o un sistema de refrigeración sobrecargados, cada aumento de temperatura de 1 °C puede elevar la presión en 100 psi.

Riesgos de salud

Inhalar fluorocarbonos (HCFs) durante un periodo prolongado puede causar asfixia, aceleración del ritmo cardiaco y pérdida de coordinación. Si sufre cualquiera de estos síntomas, salga de inmediato a respirar aire fresco.



En contacto con la piel, un refrigerante líquido puede ocasionar enrojecimiento, hinchazón, pérdida de sensibilidad y quemaduras por congelación. Lave con agua abundante la parte afectada.



Almacenamiento y transporte

Según las normas vigentes, los cilindros que contienen refrigerantes deben almacenarse en posición vertical, agrupados en función de sus correspondientes códigos de color, en áreas exteriores especiales y de acceso fácil, pero restringido.

Los almacenes de los refrigerantes deben contar con extintores. Asimismo, es preciso que los locales de almacenamiento tengan a la vista señales de no fumar y leyendas que adviertan sobre la presencia de productos inflamables.



No utilizar ni almacenar los refrigerantes en edificios residenciales o en sótanos.

Disposición final de los cilindros

Se tiene la pésima costumbre de desechar como basura los cilindros, una vez que se considera agotada la vida útil del refrigerante. Las consecuencias son muy nocivas, pues el gas que aún contienen se escapa y contamina la atmósfera. Por tanto, lo indicado es llevarlos a un centro de acopio de residuos peligrosos.

EQUIPO Y MATERIALES

LA REFRIGERACIÓN ES EL PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE LOGRA REDUCIR Y MANTENER LA TEMPERATURA DE UN OBJETO O UN ESPACIO EN UN NIVEL INFERIOR AL DEL MEDIO AMBIENTE.

Herramientas

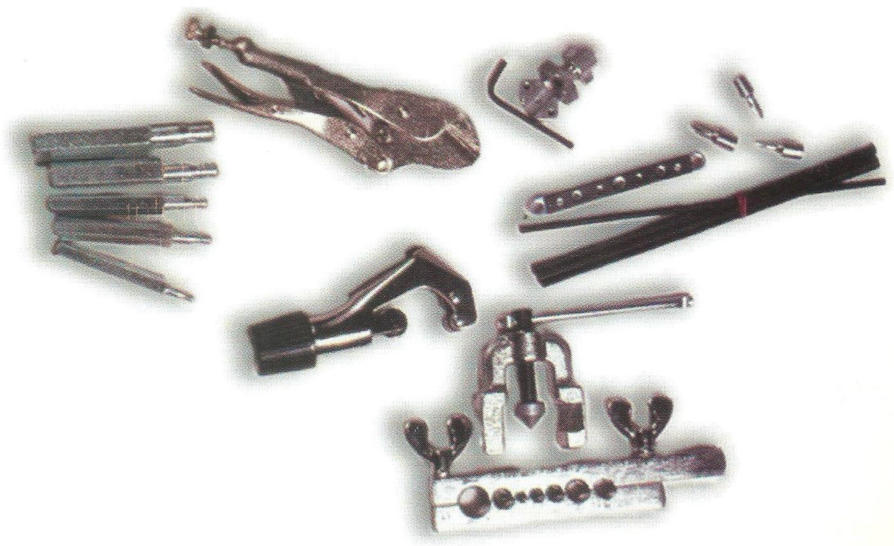
Entre las principales herramientas de uso común destacan las siguientes: llaves, en especial las españolas y las estriadas; dados y machuelos, pericos, llaves Allen, destornilladores planos y de cruz, taladros y brocas para metal; limas, punzones y cinceles; seguetas y arcos, pinza universal y martillos.

Como equipo de soldadura hay que incluir gas propano, oxígeno y gas butano, acetileno o licuado.

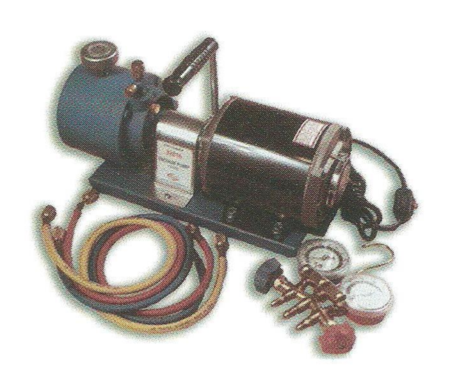




Para instalar o reparar los tubos hay que contar con cortadores, dobladores de resorte o de palanca, avellanadores, presionadores o selladores y expansores.



Entre las herramientas y utensilios característicos del oficio cabe enlistar la bomba de vacío, con capacidad para aspirar hasta 250 micras; el depósito para lubricante; el termómetro electrónico; el juego de manómetros o calibradores de presión con mangueras para trabajo automotriz, en especial para HCFCs, CFCs y HFCs; los manómetros electrónicos de vacío; los refractómetros y las válvulas perforadoras de aguja.



Así también, el detector electrónico de fugas de gas refrigerante; el cilindro para recuperar gas refrigerante; la báscula para pesarlo y el cilindro de nitrógeno.

Cilindro recuperador de gas



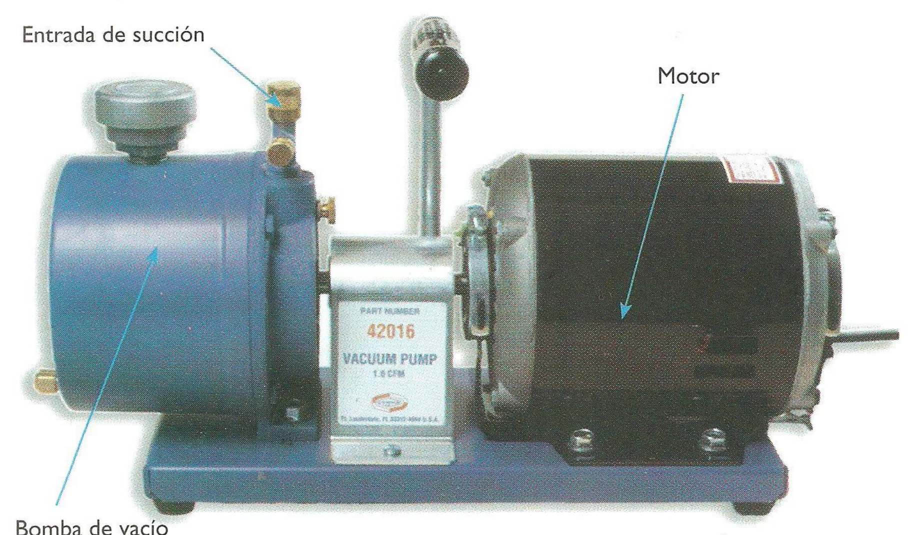
Como equipo de protección se necesitan gafas de seguridad; camisa de manga larga fabricada con algodón, dado que las telas de este material son resistentes a la abrasión y no generan electricidad estática; guantes con cubierta de caucho y zapatos de seguridad con puntas de acero.





Bomba de vacío

La bomba de vacío consta de un motor equipado con un pistón. Su función es extraer el aire del sistema. Conviene señalar que ninguna bomba tiene la capacidad suficiente para remover 100% de aire. Las más comunes en refrigeración son capaces de producir 28 pulgadas o 49 mm de vacío y de retirar alrededor de 94% del aire. Las bombas de vacío profundo, más costosas, desalojan poco más de 99%.

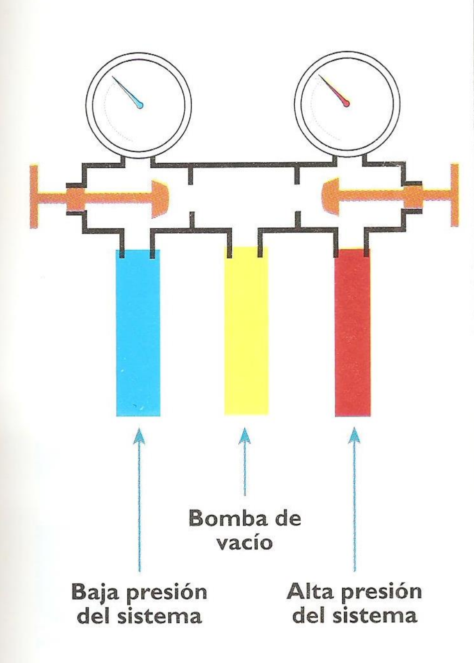


Entre las personas que se dedican a reparar refrigeradores, hay quienes evacúan el refrigerante a través del compresor integrado al sistema, en vez de utilizar la bomba de vacío. Se trata, sin embargo, de una maniobra incorrecta, ya que al practicarla se causa un daño severo al compresor y se reduce de forma radical su vida útil.

Juego de manómetros

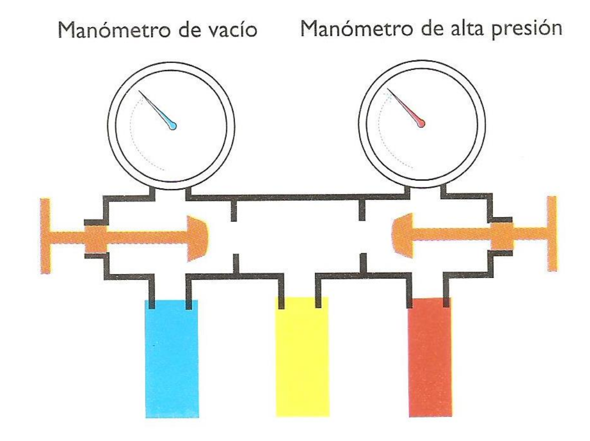
Al lado de la bomba de vacío, uno de los equipos distintivos de los servicios de refrigeración es el **juego de manómetros**, también conocido como **calibrador de presión**. Se trata de una pieza de metal con dos llaves o válvulas, dos manómetros y tres mangueras. Tiene funciones diversas: verificar la presión de los sistemas, remover y recargar el refrigerante, y agregar aceite al compresor.





El manómetro situado a la izquierda mide el vacío. Un vacío perfecto es aquel que ya no tiene margen de reducción. Se indica como 0 libras por pulgada cuadrada absoluta, o como 0 psi (libras por pulgada cuadrada). El nivel de vacío también puede señalarse mediante otros valores, por ejemplo, en pulgadas o centímetros de una columna de mercurio.

El manómetro de la derecha mide la presión alta en libras por pulgada cuadrada (psi), o en kilogramos por centímetro cuadrado.



Ambos manómetros marcan 0 para la presión atmosférica. A este indicador se le conoce como 0 psi o 0 del manómetro (*gauge*, en inglés). El vacuomanómetro mide presiones altas y bajas.

Alta presión (200 psi)

Los manómetros de alta presión más comunes miden presiones que van de 0 a 200 psi. Una presión de 0 en el manómetro es igual a la presión atmosférica.

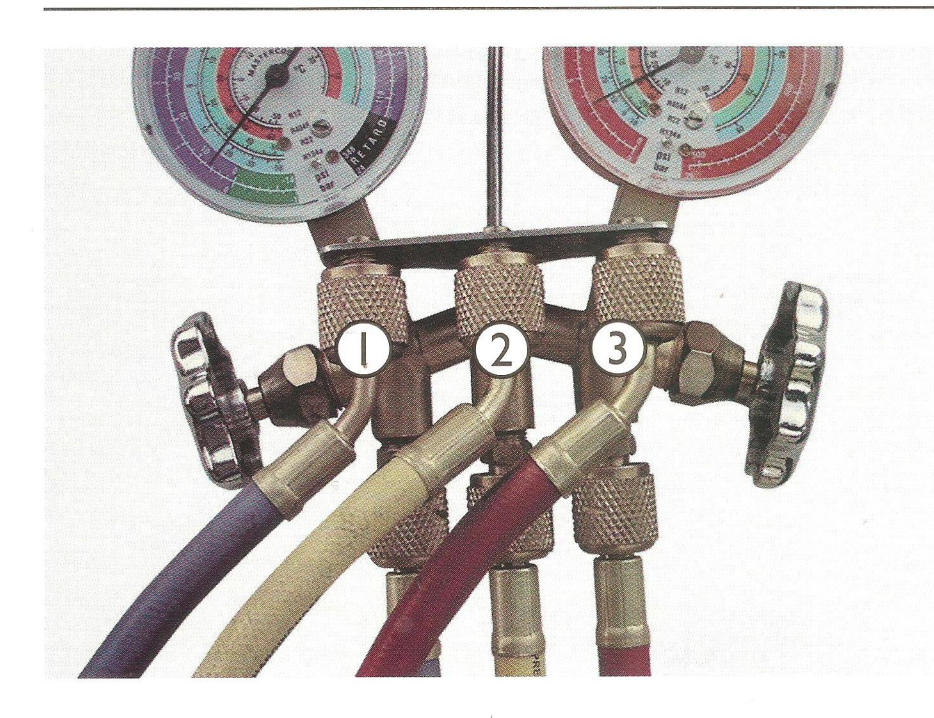
Manómetro de alta presión

Presión atmosférica (0 psi)

Manómetro de vacío o vacuómetro

El vacuómetro, el manómetro para medir el vacío, calcula la presión en valores descendentes, es decir, menores a la presión atmosférica. La medición se hace lo mismo en milímetros de mercurio que en libras por centímetro cuadrado absoluto. Lo que este instrumento indica es la presión del vacío de 0 a 30 pulgadas de columna de mercurio, o bien, de 0 a −14.696 pulgadas de mercurio (−760 mm Hg).

Vacío (−760 mm Hg)

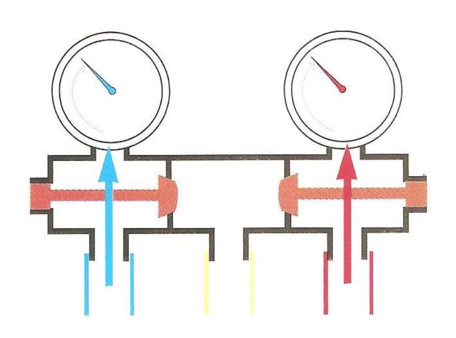


1 Conectadas a la barra del juego de manómetros hay tres mangueras. La azul está del lado izquierdo y se conecta con la parte de baja presión del sistema.

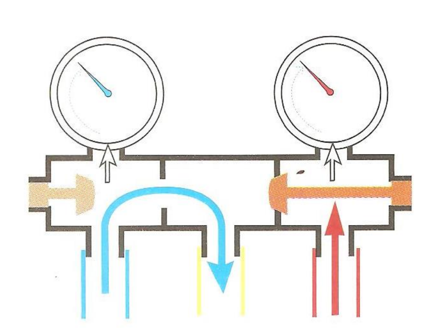
2 La manguera amarilla ocupa el centro. Puede conectarse con la bomba de vacío, el tanque de refrigerante o el recipiente de aceite.

3 La manguera roja, ubicada a la derecha, se conecta con el lado de alta presión del sistema.

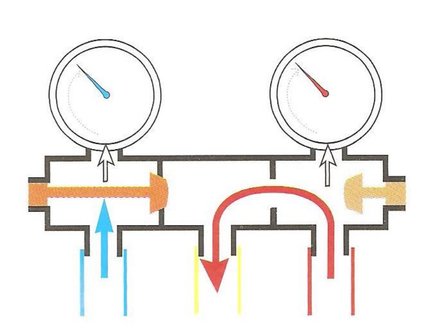
Cuando las mangueras están conectadas, las dos llaves se encuentran cerradas y el refrigerador está funcionando, tanto la presión como el nivel de vacío del sistema pueden leerse en los manómetros.



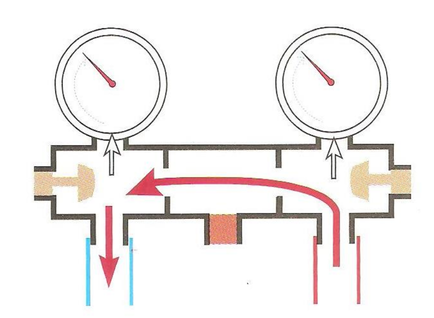
Cuando sólo la llave de la izquierda se deja abierta, el manómetro muestra la presión del lado bajo; en este caso se conecta con la manguera del centro para hacer vacío con la bomba o para recargar refrigerante.



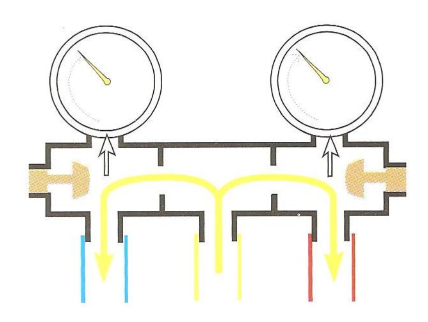
Por otro lado, cuando se abre únicamente la llave de la derecha, el manómetro indica la presión del lado alto, y se conecta con la manguera del centro para purgar, o bien para probar la presión.



Cuando se abren ambas mangueras laterales y la central está tapada, la presión del lado alto se mueve al lado bajo.

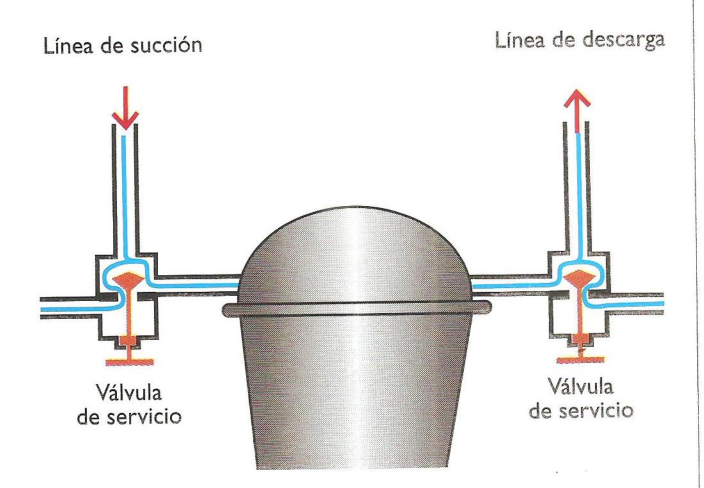


Cuando se abren las dos mangueras laterales y la central está conectada al tanque de gas refrigerante, éste viaja lo mismo al lado de alta presión que al de baja presión del sistema.



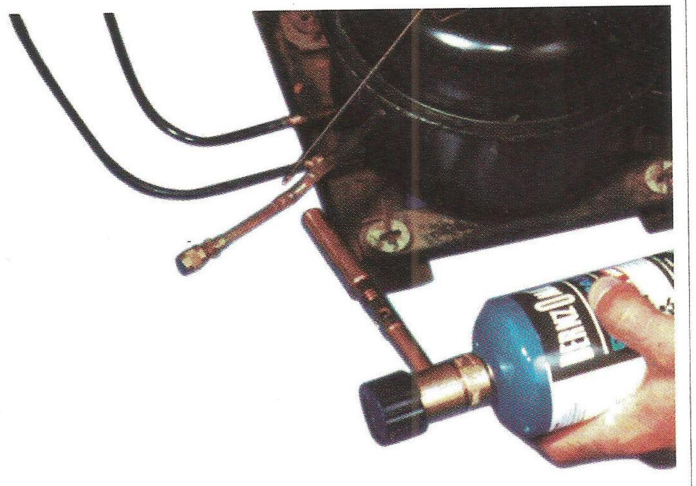
Conexión de las mangueras

Las mangueras se conectan al refrigerador de acuerdo con el sistema de cada aparato. Los refrigeradores comerciales suelen tener dos válvulas de servicio: una en la línea de succión y otra en la de descarga.



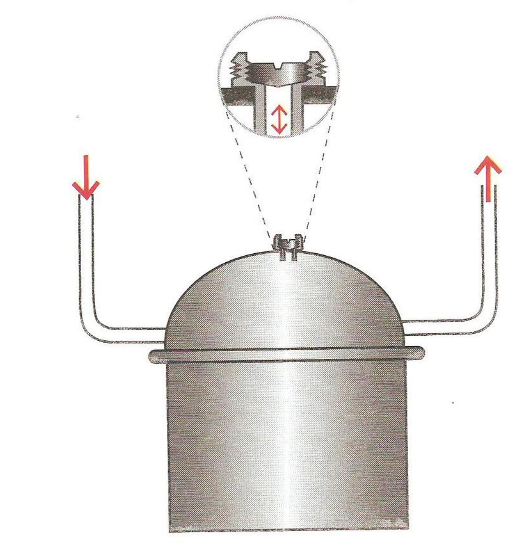
Por lo general, los aparatos domésticos poseen un apéndice o tubo de servicio. De ser necesario, a este tubo se le puede adaptar una válvula para conectar la manguera.

Con este fin hay que cortar la punta del tubo de servicio con un cortatubos y soldarle la válvula.



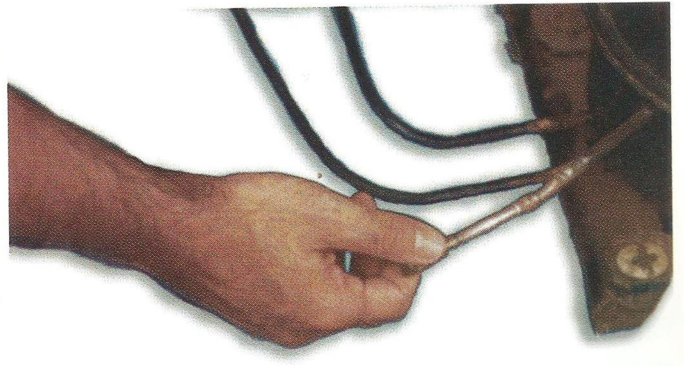
Otros sistemas tienen una sola válvula, ubicada en la parte superior del calabazo.





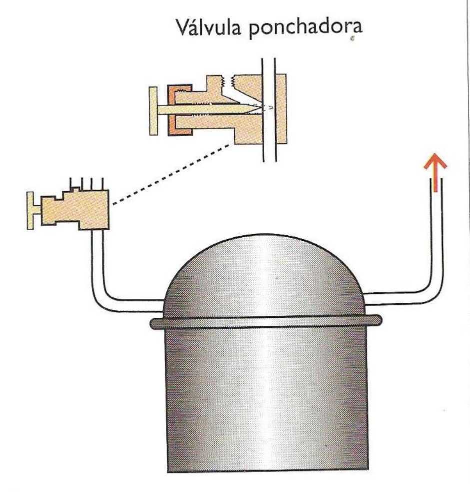


En esta entrada se conecta la manguera de servicio de baja presión, la de color azul. Al terminar, se cierra la válvula y se protege la conexión con un tapón de rosca. De esta forma el acceso al sistema queda listo para futuras reparaciones.



Para mayor información sobre el manejo de tubos de cobre, consúltese el ***Manual de instalaciones de gas****, publicado en esta misma colección.*

Si el apéndice de servicio es demasiado corto, o en caso de que no exista, hay que agregarles a las tuberías unas válvulas ponchadoras y adaptarles una llave de servicio y una manguera.

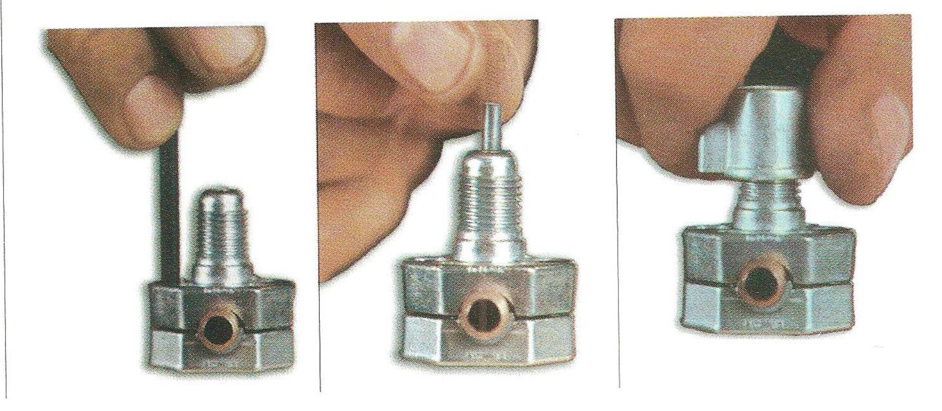


Al soldar una válvula ponchadora, es necesario elegir una sección del tubo que posea las características necesarias para luego montar la válvula de servicio.

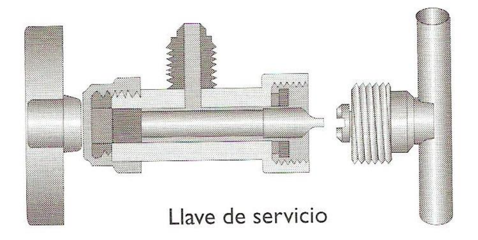
Hay dos tipos de válvulas ponchadoras: de tornillo y para soldar.

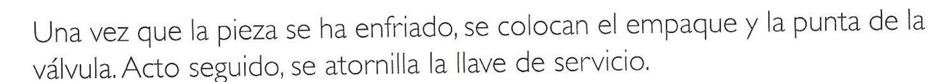


Las de tornillo son las que más se usan, dado que se instalan con facilidad. Basta con acoplarlas sobre el tubo y colocarlas con un pivote adicional, el cual está equipado con una punta de acero para atravesar el tubo.



Como primer paso, se retiran la punta de la válvula y el empaque. Luego hay que limpiar y lijar el tubo y el asiento de la válvula. Enseguida, a las dos piezas se les aplica material fundente; se coloca sobre el tubo el asiento de la válvula y se fija con una prensa. Después se procede a calentar el tubo y el asiento con un soplete, para aplicar la soldadura de plata.



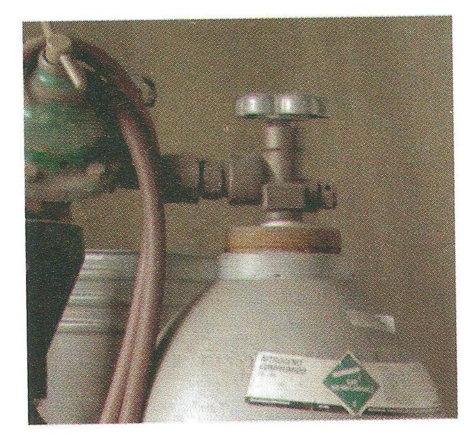


Una vez que la pieza se ha enfriado, se colocan el empaque y la punta de la válvula. Acto seguido, se atornilla la llave de servicio.

Al concluir el servicio, se cierra la válvula ponchadora y se retira la llave de servicio.



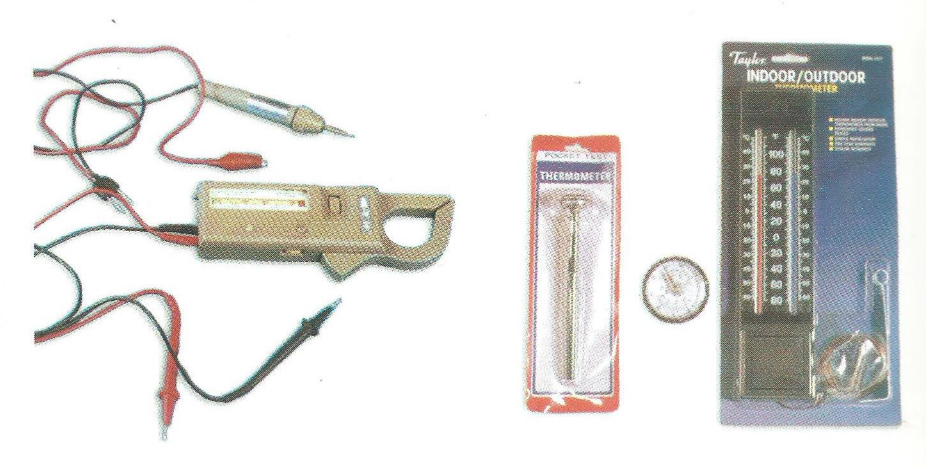
Cilindro de nitrógeno



Para prevenir la formación de óxido de cobre en el interior de los tubos es necesario eliminar el aire. Con este fin, al realizar las soldaduras hay que hacer circular por los tubos, siempre a baja presión, un gas inerte, nitrógeno seco por ejemplo. La presión recomendable a la hora de aplicar el nitrógeno debe oscilar entre los 10 y 20 psig.

Instrumentos

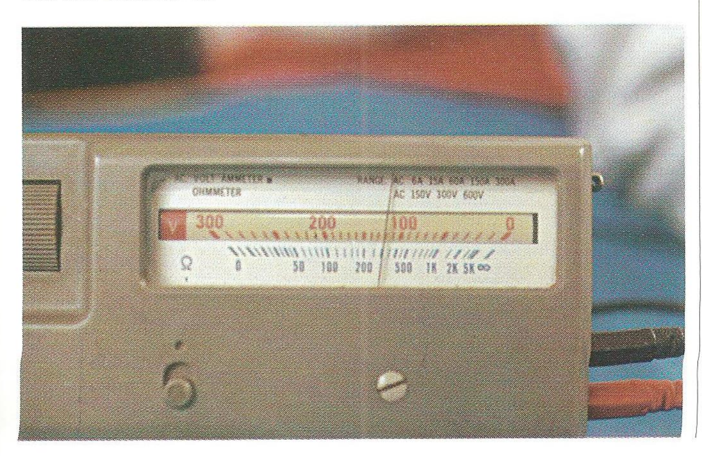
Entre los instrumentos necesarios para servicios de refrigeración cabe destacar los siguientes: voltímetro-amperímetro-óhmetro, también conocido como multímetro analógico o digital; detector electrónico de fugas; lámpara de pruebas; y termómetro.



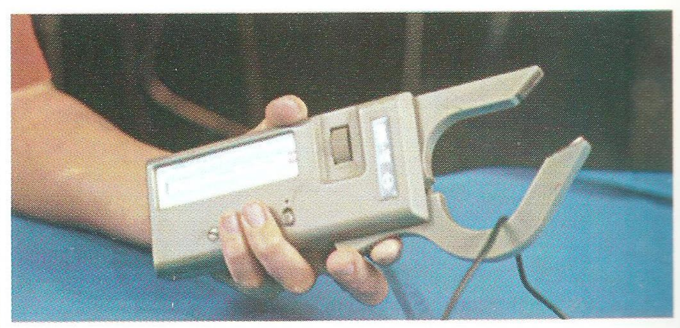
El **multímetro analógico** o **digital** está diseñado para medir los volts, los amperes y los ohms. Consta de un voltímetro, un amperímetro y un óhmetro, cada uno de los cuales puede seleccionarse al girar una perilla. En la versión analógica, una aguja en la carátula del aparato muestra el resultado de la medición, de acuerdo con la escala elegida. En la versión digital, la cifra resultante aparece en una pantalla.



El **voltímetro** mide los volts, esto es, el voltaje o fuerza de la corriente, al conectar las puntas de los cables en los conductores.



El **amperímetro** mide, en amperes, la cantidad de corriente que circula por un conductor. Para tomar esta medida, se cierra la pinza del amperímetro en torno a uno de los conductores; éste lleva la corriente a un aparato, en cuya carátula existe una aguja (o una pantalla, si se trata de un amperímetro digital) que indica la cantidad de amperes detectados.

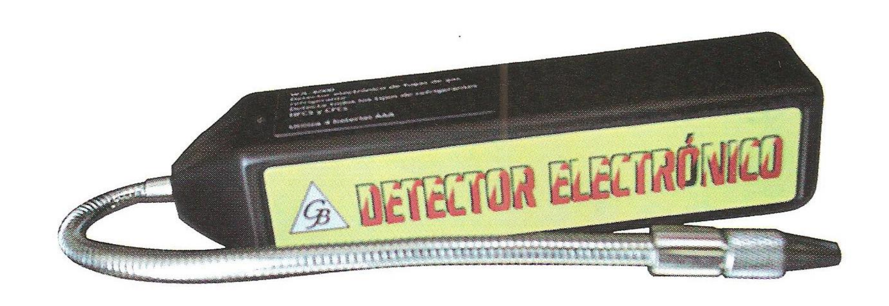


El **óhmetro** mide los ohms, valor que indica la resistencia del conductor al paso de la corriente. Se usa sobre todo para determinar si existen cortocircuitos o interrupciones de energía en los conductores.

El óhmetro funciona con una minipila que genera una cantidad pequeña de corriente. Si al unir las puntas de prueba se mueve la aguja, o si el aparato emite una señal sonora, significa que el conductor está libre de cortos.



El **detector de fugas electrónico** es un dispositivo de alta tecnología. Su función es descubrir la presencia de gases refrigerantes halógenos, como R-134a, R-404A, R-407C, R-410A, R-22 o Freón, entre otros. Al ponerse en marcha el detector, el cual opera con baterías, activa una pequeña bomba de succión; de existir una fuga, un sensor semiconductor de gas emite una señal audible.



Materiales

Una lista de los materiales más utilizados en servicios de refrigeración debe incluir: soldadura de plata; fundentes; resinas epóxicas; fibra de acero; lija; tubos de cobre; conexiones para tubos de cobre; filtros deshidratadores; relevadores o *relays*; capacitores; fusibles; selladores epóxicos para fugas; detergente; válvulas ponchadoras y sus adaptadores.



Además, se requiere contar con un dispositivo de control de flujo, ya sea capilar o de válvula de expansión; un filtro deshidratador y latas de lubricante.

Es recomendable tener a la mano una tabla de presión, para establecer con anticipación la temperatura en la que se va a trabajar.

SERVICIO DOMÉSTICO

LOS REFRIGERADORES DOMÉSTICOS SUELEN SER RESISTENTES Y DURABLES. SON ESCASAS LAS OCASIONES EN LAS QUE REQUIEREN SERVICIOS DE REPARACIÓN.

Sin embargo, no son sistemas simples, de manera que arreglarlos, cuando presentan fallas, demanda conocimientos técnicos de cierta complejidad. En este capítulo se abordan algunos de los desajustes y averías más comunes.

Problemas y soluciones

En el siguiente cuadro se listan algunos de-los problemas más frecuentes, junto con las posibles causas y suss soluciones más viables.

La unidad no anda	Clavija desconectada.	Verifique, conecte.
	Contacto eléctrico dañado.	Verifique, remplace.
	Cordón defectuoso.	Verifique el cordón, remplace o repare.
	Fusible quemado.	Remplace el fusible.
	Bajo voltaje.	Verifique el voltaje en el contacto. Un circuto sobrecargado requiere de una línea independiente. Instale el transformador automático. Desconecte los aparatos que no utilice en el momento.
	Termostato descompuesto.	Pruebe el termostato. De ser necesario, remplace.
	Relevador con fallas.	Verifique el relevador, remplace si es preciso.
	Control de sobrecarga roto.	Verifique la resistencia a sobrecarga y, en su caso, remplace.
	Motor descompuesto.	Verifique. De ser necesario, remplace. Cerciórese de la capacidad del motor.
	Compresor dañado.	Cambie el compresor hermético. Verifique el compresor y remplácelo en caso necesario.
El refrigerador no enfría	La puerta se abre con demasiada frecuencia. Sobrecarga de los anaqueles que bloquean la circulación en el gabinete. Presencia de alimentos tibios o calientes en el gabinete. Salidas de aire obstruidas.	
	Fallas en el sello de la puerta.	Nivele el gabinete o ajuste el empaque.
	La luz interior se mantiene encendida.	Verifique el apagador de la luz. Si es necesario, cámbielo.
	Control en posición de bajo enfriamiento.	Gire el control a un punto más frío.
	El ventilador del congelador no funciona adecuadamente.	Cambie el ventilador, el interruptor o los cables.
	No hay compresión.	Cambie el compresor.
	Evaporador saturado de hielo.	Verifique el reloj de deshielo, la tarjeta electrónica y el termostato. Busque fugas. Si es preciso, repare, evacúe y recargue.
	Falta de refrigerante.	Limpie, retire obstrucciones.

Refrigerador muy frío	Control en la posición de más frío.	Corrija la posición.
	Termostato pegado.	Revise y cambie.
	No funciona el motor del ventilador.	Revise y cambie.
	Control en posición incorrecta o roto.	Revise y cambie.
Motor siempre encendido	Insuficiente circulación de aire en el gabinete.	Corrija.
	Mal sello de la puerta.	Corrija.
	Falta de refrigerante.	Cargue.
	Temperatura muy alta del entorno.	Cambie el aparato de lugar.
	Daño en el termostato.	Remplace.
Operación ruidosa	Piso desnivelado.	Corrija nivel.
	Contacto entre tuberías.	Separe tuberías.
	Gabinete fuera de nivel.	Corrija.
	Charola de agua que vibra.	Corrija.
	Compresor mal montado.	Corrija.
Operación irregular	Capilar dañado.	Cambie.
	Humedad en el sistema.	Limpie, cambie filtros.

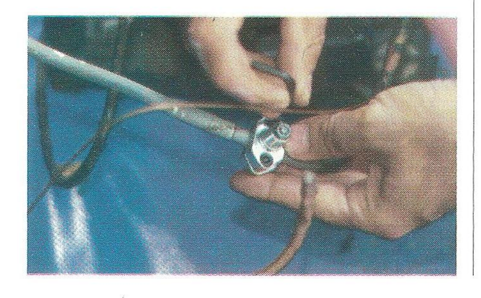
Áreas de servicio

El servicio de reparación de refrigeradores domésticos se divide en dos grandes áreas: la de servicio externo y la de servicio interno.

Al **servicio externo** corresponden aquellos arreglos que no requieren intervenir el sistema hermético en el que opera el refrigerante, como los relacionados con el gabinete, los conductores o los controles eléctricos.



El **servicio interno** es aquel que implica intervenir cualquier elemento del sistema hermético, como el condensador, el filtro deshidratador, el tubo capilar, el evaporador, el tubo de succión y el compresor.

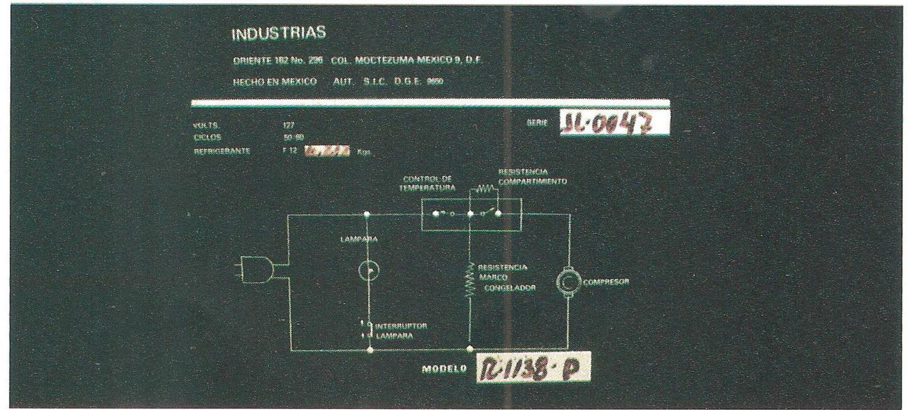


Para una primera evaluación, el circuito del sistema exige las siguientes revisiones:

- Transferencia de calor del condensador
- Temperatura del filtro secador
- Nivel de ruido del compresor
- Emisión de calor del compresor
- Presencia de escarcha en el evaporador
- Capacidad del compresor

Servicio externo

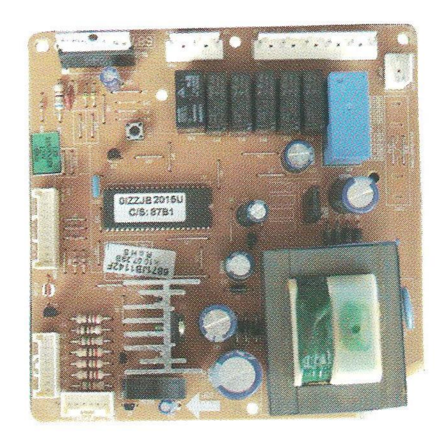
Por tratarse de elementos de gran importancia en los sistemas de refrigeración, y también de aquellos que con mayor frecuencia presentan fallas, este capítulo se concentra en el servicio a los conductores y los controles eléctricos.

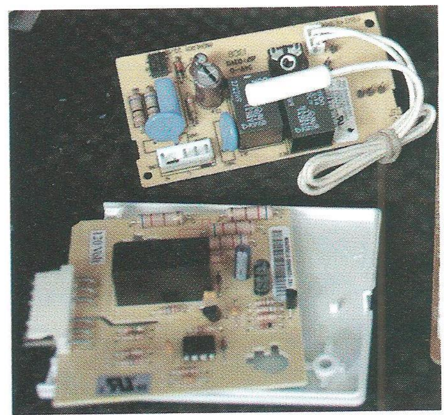


El diagrama de las conexiones eléctricas de los refrigeradores domésticos se encuentra en la parte trasera del aparato, mientras que la tabla donde se muestran las características del motor se localiza en la caja hermética.

Cuando el motor no arranca, el origen del problema puede estar relacionado con fallas eléctricas de los conductores o los controles. Asimismo, el hecho de que la luz del gabinete permanezca encendida aun con la puerta cerrada puede provocar que el aparato trabaje en exceso, o bien, que no enfríe lo suficiente.

Los refrigeradores más modernos suelen contar con una o dos tarjetas electrónicas que regulan la operación de sensores de puertas, termostato, luz interior, congelador, despachadores de agua o de hielo y otros dispositivos.

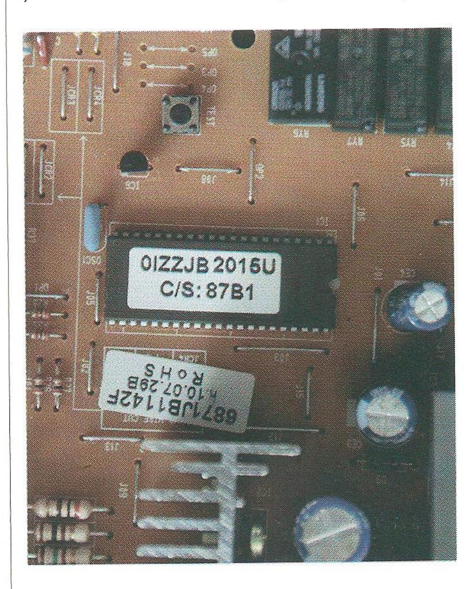


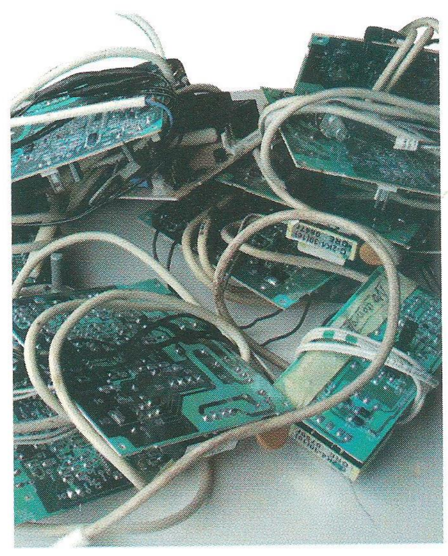


Cuando un sistema de tarjetas falla, conviene adoptar alguna o ambas de las medidas siguientes.

1 Localizar en el manual técnico el diagrama de las posiciones de contactos de la o las tarjetas.

2 Si la tarjeta no presenta áreas o componentes quemados, tal vez sea necesario remplazarla. Antes de determinarlo, sin embargo, conviene revisar que las soldaduras de la tarjeta no estén deterioradas y que no existan componentes sueltos. En caso afirmativo, es necesario desconectar la tarjeta y soldar de nuevo las piezas desprendidas, con cuidado de no quemarlas.





Si es inevitable remplazar la tarjeta de control, hay que cerciorarse de que la pieza de cambio corresponda al modelo original.

Conductores eléctricos

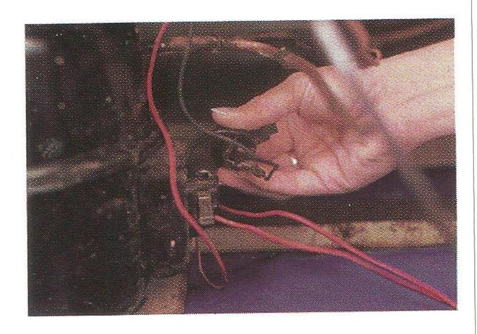
En caso de que se presente una falla relacionada con los conductores, lo primero que conviene hacer es verificar las condiciones de la corriente eléctrica del contacto donde se enchufa el aparato. Para hacerlo, desconecte la clavija y utilice un voltímetro o un detector de corriente.

Cabe advertir que es preferible utilizar el voltímetro para llevar a cabo esta prueba, ya que con él se puede determinar si la corriente llega al contacto con el voltaje adecuado (alrededor de 120 volts).



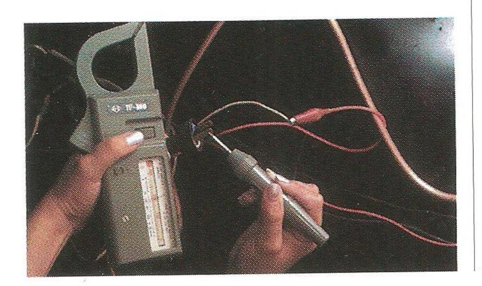
En caso de encontrar que la clavija sí tiene corriente, lo que sigue es verificar que la energía también llegue al motor. Para hacerlo es necesario retirar la grapa que asegura la tapa de la caja hermética del motor compresor.

Luego hay que enchufar la clavija y confirmar a través del voltímetro si la corriente está llegando o no al cable del motor. Si no está llegando, conviene revisar este cable para encontrar si presenta algún daño y, de ser preciso, repararlo o cambiarlo.



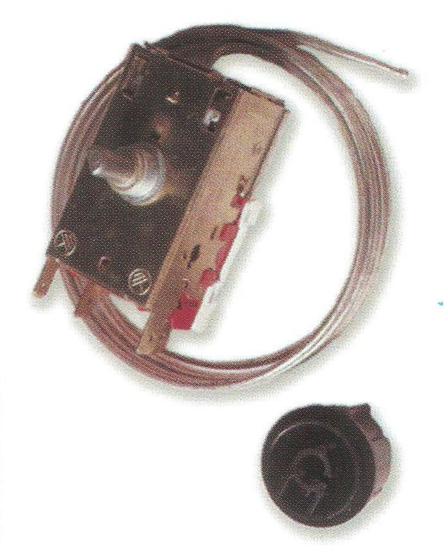
Otra manera de probar la continuidad de la corriente a través de un cable es desconectarlo y aplicarle a los extremos la punta del óhmetro. Si la aguja se mueve, hay continuidad; si permanece quieta, quiere decir que existe un cortocircuito.

Si se encuentra que el motor no arranca a pesar de que sí le llega corriente, es posible que la falla esté en el termostato, el relevador, el protector de sobrecarga o el capacitor. Por tanto, hay que revisar cada una de estas piezas.

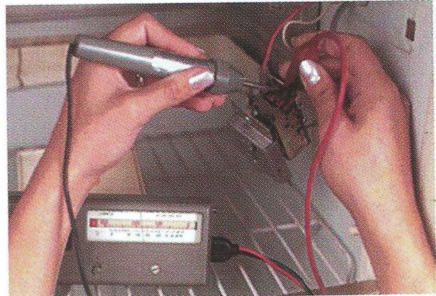


Termostato

Para verificar el funcionamiento del temostato se empieza por sacarlo del interior del gabinete. Luego los cables de corriente se conectan de forma directa, es decir, sin pasar por el termostato. Si el motor arranca, significa que el termostato está dañado y que es preciso cambiarlo.



Para probar el estado del termostato también se puede utilizar el óhmetro. Con este fin se desconecta el cable de corriente y se ajusta el termostato al punto más frío. Luego se aplican las puntas del óhmetro a la entrada y salida de corriente del termostato. Si la aguja se mueve, el termostato está bien; si permanece quieta, hay que revisarlo y, en su caso, cambiarlo.



Relevador

El relevador se localiza en la caja pequeña adosada al calabazo. Cuando los cables del relevador han perdido color o muestran señales de haber sufrido un corto, es posible que la pieza esté dañada. Para verificarlo, pruebe con otro relevador de las mismas características. Si el motor no arranca, es posible que el origen del problema se encuentre en el protector de sobrecarga o el capacitor.



Protector térmico de sobrecarga

El protector de sobrecarga es, por lo general, una resistencia. Si muestra rastros de carbón, es necesario remplazarlo.

Capacitor

Como en el caso del relevador, para revisar el estado del capacitor hay que probar con otro exactamente igual. Si al hacerlo se pone en marcha el motor, hay que remplazar la pieza de manera definitiva.

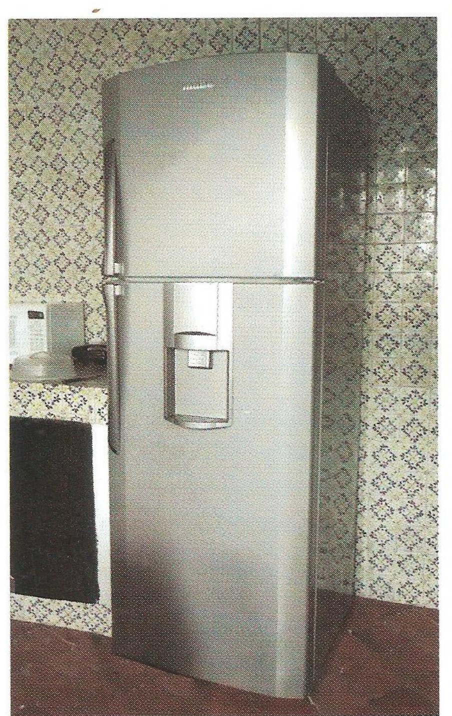
Luz interior

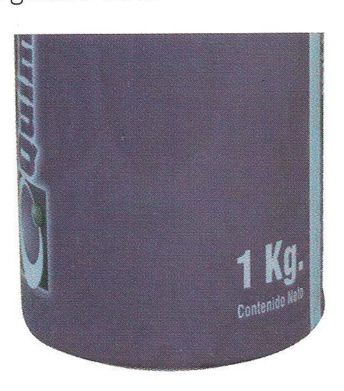
Para comprobar si el foco del gabinete permanece encendido, incluso con la puerta cerrada, oprima de forma manual el interruptor que se ubica en el marco interior de la puerta, del lado de las bisagras. Si al hacerlo el foco no se apaga, hay que cambiar el interruptor.



Colocación, nivelación

Cuando el refrigerador no se instala en un sitio conveniente o no se nivela de manera adecuada, el sistema puede sufrir distintas fallas. Por tanto, es preciso colocarlo de modo que nada obstruya la salida de aire, que las puertas cierren bien para impedir fugas de frío, y que la nivelación sea la correcta para evitar una operación ruidosa. Procure que el equipo cuente con un espacio libre de, por lo menos, 2 a 3 cm a los lados y 10 cm en las partes posterior y superior. Asimismo, manténgalo en un área distante de la estufa y cualquier otro elemento que genere calor.





Servicio interno

Fugas de refrigerante

Las fugas de refrigerante se cuentan entre las principales causas del mal funcionamento de un refrigerador. Un refrigerador doméstico suele contener, como máximo, un kilo de refrigerante, por lo que cualquier fuga de esta sustancia, incluso si es pequeña, puede afectar de forma considerable su operación.

Cuando el refrigerante escasea, el refrigerador puede mostrar cualesquiera de los siguientes síntomas: una presión más baja de lo normal en el lado de la succión; un frío escaso en el evaporador, o un trabajo constante del sistema.

Si cualquiera de estos problemas se presenta, lo primero es determinar si es resultado de una fuga. No se trata de una labor sencilla, dado que este tipo de escapes suelen ser casi imperceptibles. Por tanto, la exploración debe realizarse de manera minuciosa. En caso de localizar una fuga, es necesario evacuar el refrigerante.

Corrección de fugas

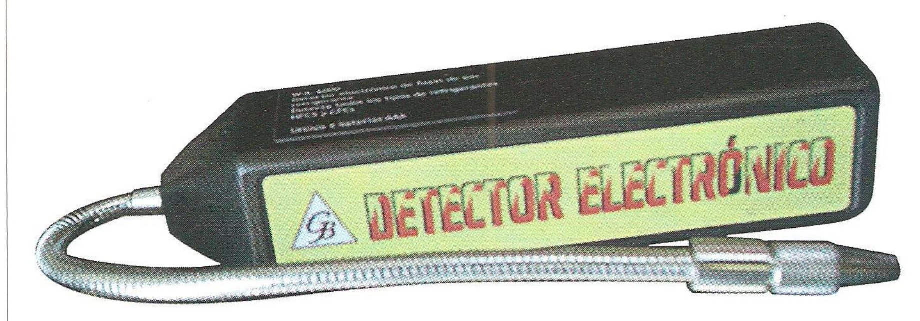
Antes de proceder a la detección de fugas, es importante observar que no existan corrientes de aire que las dispersen. De otra manera, puede ocurrir que el gas se desplace bajo el aislante de la tubería y aparezca en un lugar distinto del sitio donde en realidad se localiza la fuga.

Una medida recomendable es envolver el sistema refrigerante con película plástica autoadherente, para lograr que el gas se acumule en el área específica de la fuga.

Existen diversos métodos para localizar fugas. El más común, sencillo y barato, consiste en bañar las tuberías y conexiones con **espuma de jabón**. La aparición de burbujas, en especial de las de mayor tamaño, ayudará a determinar el sitio exacto de la fuga. En ocasiones, una mancha de aceite en algún tramo de la tubería puede ser la señal de que es ahí donde la fuga existe, sin importar el tipo de refigerante empleado en el sistema.

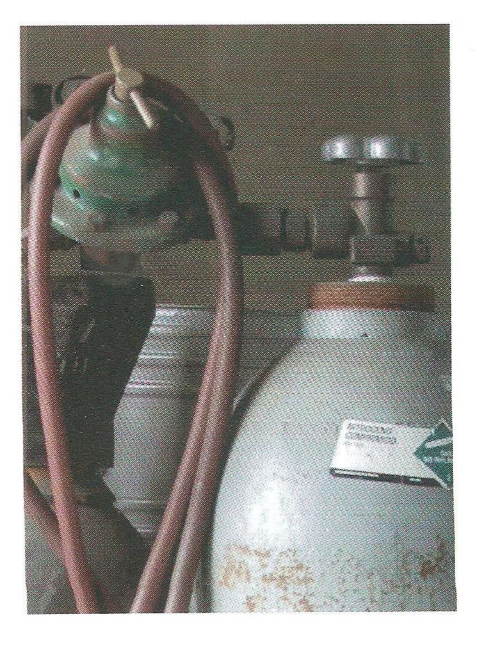
Otra posibilidad es utilizar el detector de gas propano. Sin embargo, este no es un método que arroje resultados seguros, pues el detector puede enviar falsas alarmas ante la presencia de sustancias distintas de la que se pretende localizar.

En la actualidad existen **detectores de fugas electrónicos**. Su eficacia es considerable, dado su alto grado de sensibilidad. Se trata de instrumentos muy económicos, diseñados para detectar el tipo específico de refrigerante que cada sistema emplea.



Cuando existe un bajo nivel de gas y se sospecha que la causa es una fuga recurrente, una manera de detectarla es mezclar nitrógeno gaseoso con el refrigerante. Con este fin es necesario conectar al aparato un juego de manómetros: la manguera roja se instala del lado de alta presión y la manguera azul en el de baja presión. Para cargar nitrógeno, el regulador de presión del cilindro con esta sustancia se conecta al puerto central del juego de manómetros. Luego se eleva la presión del sistema a un mínimo de 60 y un máximo de 120 psi.

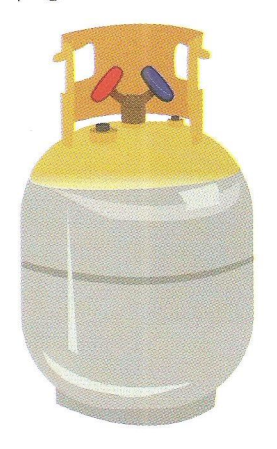
El nivel de presión puede leerse en los manómetros. Una vez que se alcanza el nivel deseado, se cierra el regulador de presión. Para determinar, si en efecto, existe una fuga, basta observar si los manómetros marcan una baja en la presión; si esto ocurre, significa que hay una fuga.



En algunos casos, el siseo del gas al escaparse se alcanza a escuchar, lo que permite confirmar, sin mayores complicaciones, la presencia de una fuga.

Una vez que se sella la fuga encontrada, hay que presurizar de nuevo el sistema. Luego es preciso esperar 24 horas. Si no aparecen señales de que la fuga se ha reactivado, se procede a reinstalar el vacío en el sistema.

Concluido el procedimiento, es necesario emplear un cilindro de recuperación para rescatar el gas refrigerante mezclado con nitrógeno. Está prohibido liberar esta mezcla en el medio ambiente, salvo en el caso del refrigerante R-22.6, siempre con apego a las medidas de seguridad establecidas.



Trazador fluorescente

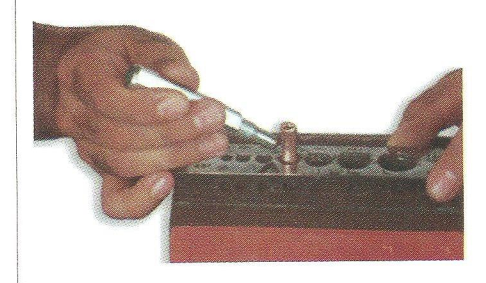
Este método para localizar fugas se lleva acabo con el auxilio de un medio contrastante, también llamado **trazador**. Se trata de un líquido fluorescente que brilla en contacto con la luz ultravioleta (UV). El procedimiento para aplicarlo consiste en inyectárselo al sistema, esperar alrededor de cuatro horas, y con la ayuda de una lámpara de luz azul o negra hacer un recorrido por todo el aparato hasta ubicar la fuga. Existen gases refrigerantes precargados con líquido trazador, aunque ya casi están en desuso.

Antes de reparar una fuga, es indispensable evacuar el refrigerante.

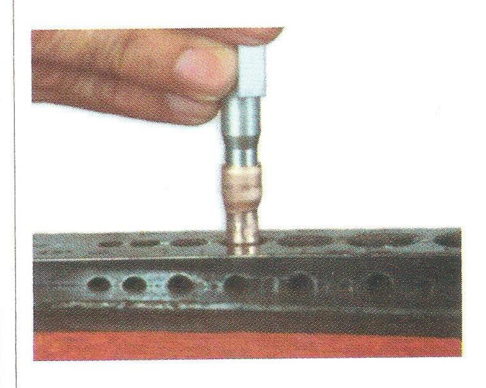
En tuberías de cobre, las fugas deben corregirse con tubos del mismo material y soldadura de plata. Las uniones pueden realizarse con conexiones de cobre, o bien expandiendo la boca de uno de los tubos para insertarla en el otro.



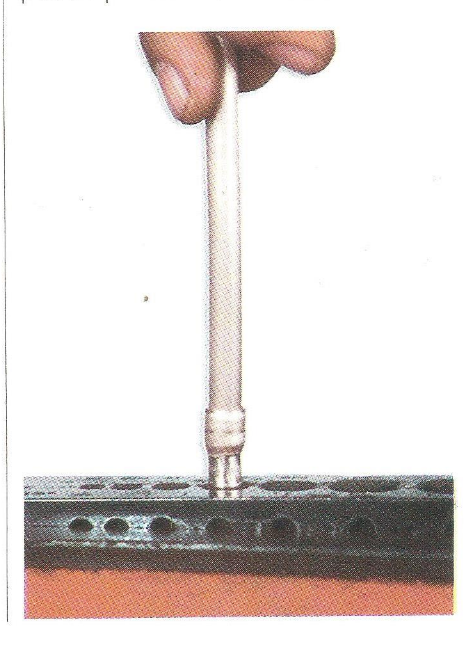
El tubo de cobre se coloca en la prensa, en una boquilla que tenga el tamaño calculado para la boca de la pieza.



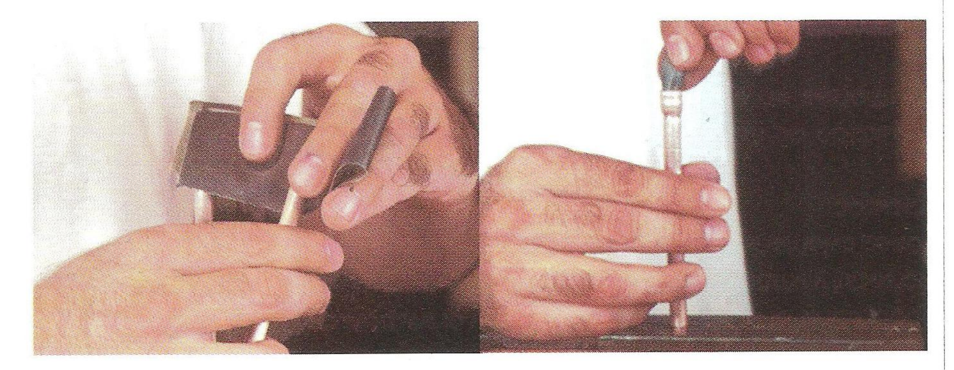
Luego se coloca el expansor en la entrada del tubo y se introduce con un martillo, hasta que penetre por completo y la boca adquiera la anchura deseada.



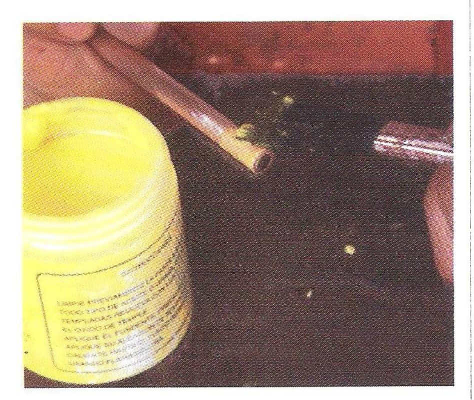
De ese modo la punta de un tubo puede penetrar en el otro.



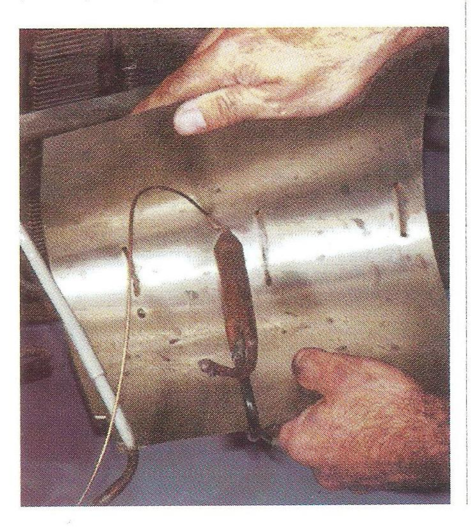
Antes de soldar los tubos, hay que limpiar las puntas o las conexiones con solvente, y después lijar las áreas de acoplamiento, tanto exteriores como interiores.



A continuación se aplica fundente en las superficies ya lijadas y se embonan.



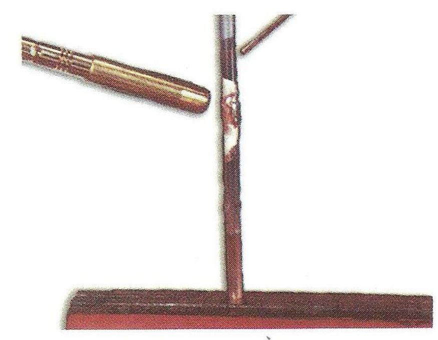
Al soldar puede ocurrir que se sobrecalienten otras partes del sistema, por lo que es conveniente emplear una lámina de metal que proteja al aparato.



La flama del soplete de propano se aplica a las piezas de cobre que se van a soldar. Durante la operación hay que llevar a cabo ligeros movimientos con el soplete, hasta que el fundente empiece a burbujear.

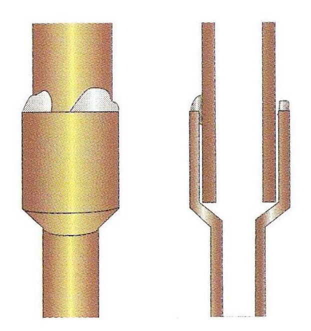


En este punto se retira la flama y se aproxima la punta de la varilla de cobre a la unión de los tubos, hasta que la varilla comience a derretirse y a penetrar en la hendidura que existe entre las piezas de cobre. Si la varilla no se funde al contacto con el cobre, quiere decir que la unión no se ha calentado lo suficiente.

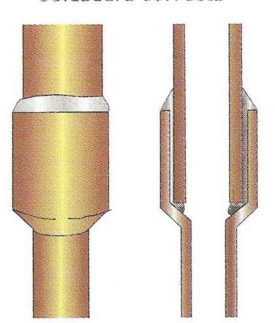


Una vez que la soldadura penetra en la unión, se forma un pequeño anillo de soldadura en su borde. Entonces se retira la varilla y se deja que seque la soldadura. Luego hay que cerciorarse de que no existan fugas.

Soldadura incorrecta



Soldadura correcta



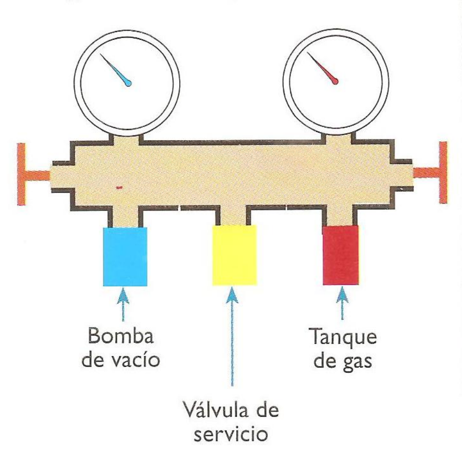
En las partes de aluminio, las fugas se corrigen con tapones de cemento epóxico o, en su defecto, se pueden sellar con pasta Lacon®.



Después se recarga el sistema con refrigerante y se aplica espuma de jabón para cerciorarse de que no existan fugas.

Evacuación del sistema

Para evacuar el sistema, se conecta la bomba de vacío en la manguera de succión del juego de manómetros. La manguera central se une al apéndice de servicio o al tubo de succión, mientras que el cilindro de recuperación se embona con la manguera de alta presión.



Pasos para evacuar el sistema

1 Se abre la llave de succión y con la bomba se crea un vacío de 20 a 28 pulgadas.

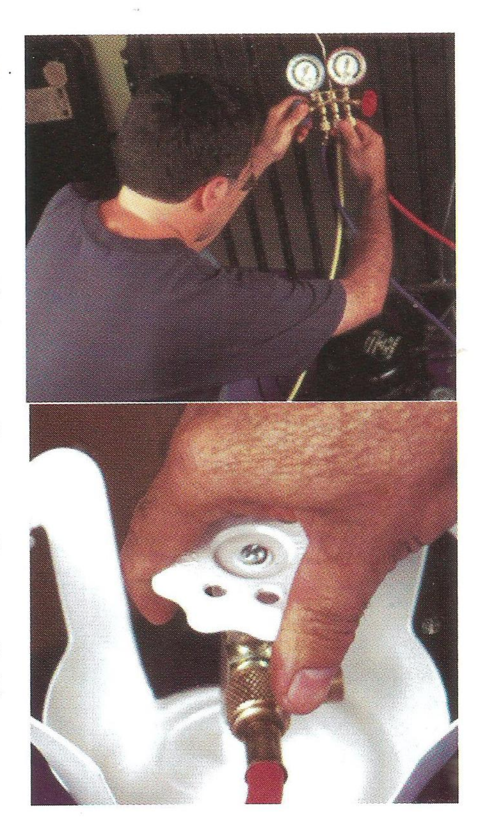
2 Se cierra la llave de succión.

3 Se abre la llave de presión para cargar el sistema con gas refrigerante a 0 psig.

4 Se vuelve a hacer un vacío de 20 a 28 pulgadas.

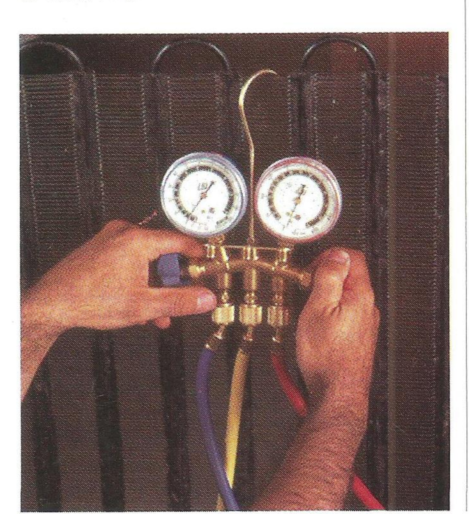
5 Se vuelve a cargar el sistema con refrigerante a 0 psig.

6 Se hace un nuevo vacío de 28 pulgadas. Ahora el sistema está listo para la carga.



Carga del sistema

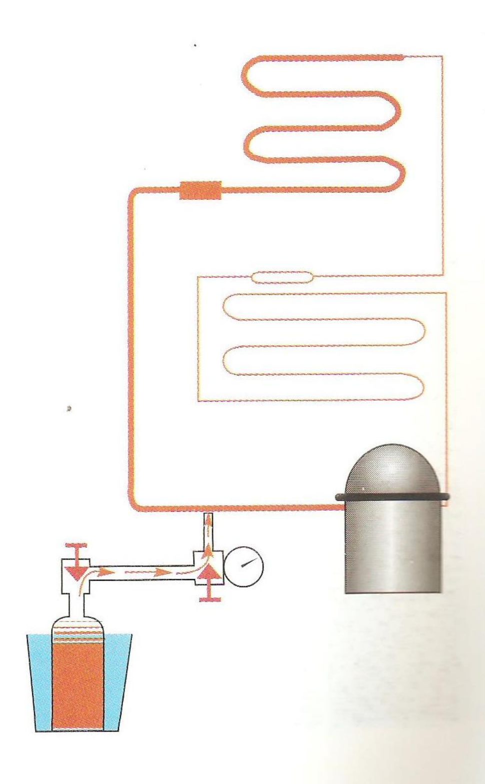
Si luego de ejecutar este procedimiento el sistema no entra en operación, el vacío permitirá que el gas refrigerante del tanque empiece a circular sin dificultad. Con este fin, basta con abrir la llave del juego de manómetros y dejar que el gas pase al sistema.



El paso del refrigerante al sistema ocurre por una diferencia de presión. Cuando la temperatura ambiente es muy baja o el cilindro de refrigerante tiene poco líquido, puede suceder que la presión del tanque resulte baja; en este caso, basta con ponerlo dentro de una charola con un poco de agua, a una temperatura no mayor a 40 °C. Esto provocará que la presión interior del refrigerante se eleve.

Si el manómetro marca 17 libras, lo más probable es que haya pasado una carga completa de refrigerante.

En ese caso se retira la manguera de servicio, para lo cual hay que cerrar el tubo con la prensa especial, aflojar la tuerca y quitar la manguera.



Se dobla la punta sobrante del tubo.

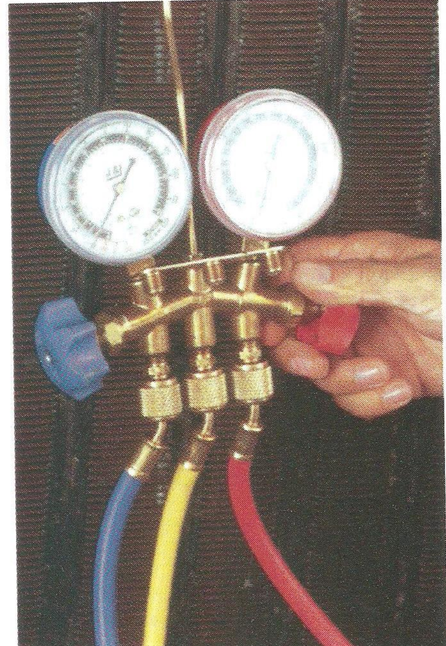
Si no se cuenta con una prensa para cerrar tubo, conviene rellenar el sistema a 18 libras y retirar la manguera; durante el procedimiento es necesario tapar la punta del tubo con el dedo índice, para impedir que se escape el gas.

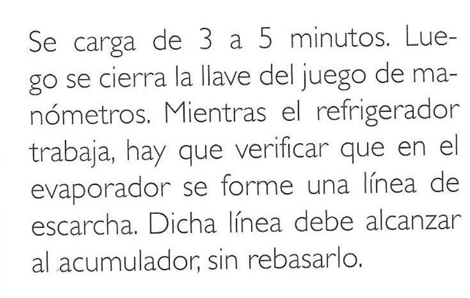
Con la mayor rapidez posible, se coloca un tornillo tapón que impida el paso de refrigerante. Después se dobla y aplasta el apéndice de servicio para sellarlo.



Otra manera de cargar el refrigerante es realizar la operación con el compresor en marcha.

Primero se remueve el compresor. Luego se abren la válvula del juego de manómetros y la llave del tanque con refrigerante. Sin dejar de observar el manómetro de baja presión, se ajusta la llave del refrigerante para mantener una presión de entre 5 y 25 psig.



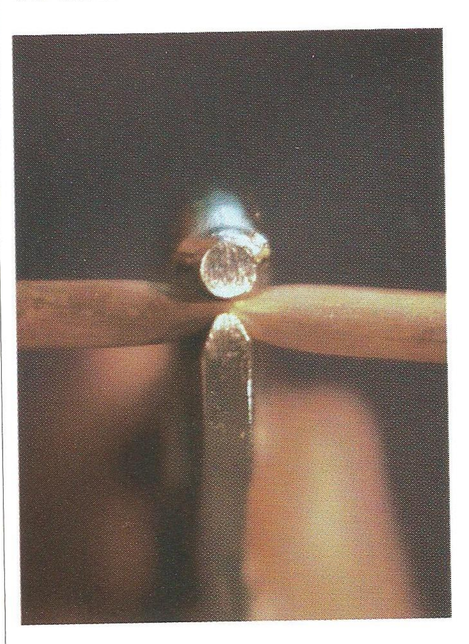


Se carga de 3 a 5 minutos. Luego se cierra la llave del juego de manómetros. Mientras el refrigerador trabaja, hay que verificar que en el evaporador se forme una línea de escarcha. Dicha línea debe alcanzar al acumulador, sin rebasarlo.

Si la formación de hielo es insuficiente, se repite la carga a intervalos cortos, sin dejar de vigilar el nivel de la línea de escarcha.

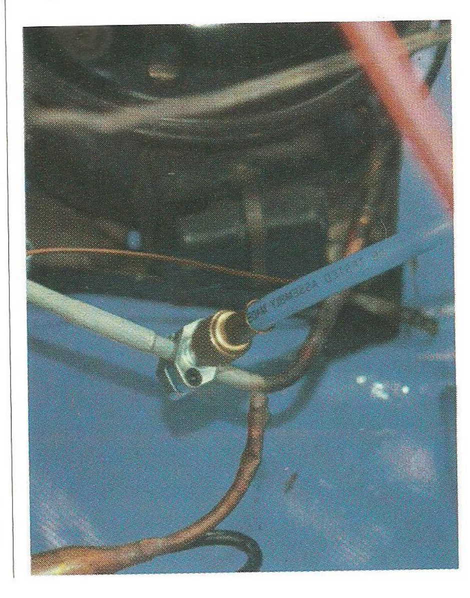
Una vez que la escarcha alcanza el nivel indicado, se cierra el tanque de refrigerante y se retira el juego de manómetros.

Si se realiza el trabajo a través del apéndice de servicio es necesario cerrar el tubo con una prensa especial, quitar la válvula y soldar la punta del tubo.



Si el trabajo se lleva a cabo con una válvula ponchadora, al terminar hay que cerrarla, retirar la llave de servicio y dejar montado el ponchatubos para operaciones futuras.

Una vez realizado este proceso, verifique, usando jabón, que no haya fugas.



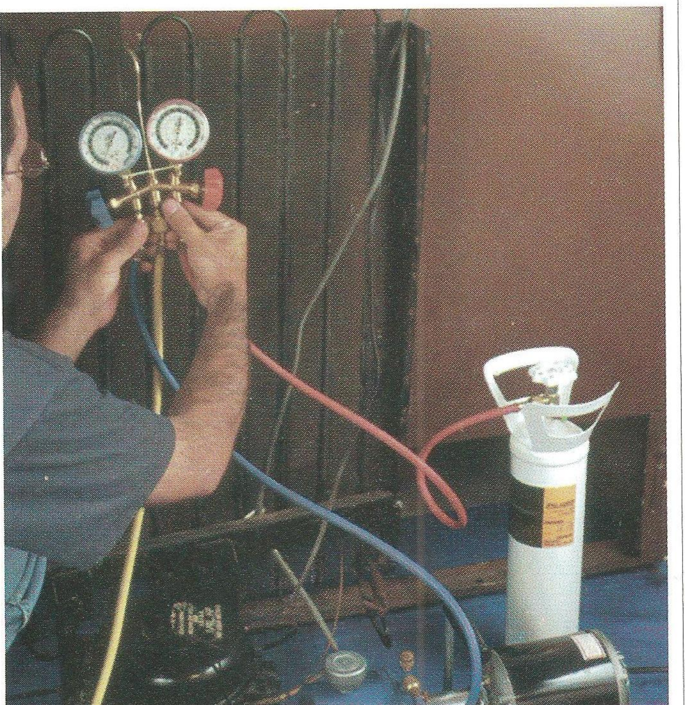
Cómo purgar el sistema

Cuando un refrigerador se carga de manera parcial porque aún no se abre el sistema y se sabe que no hay fugas, basta con colocar el juego de manómetros, purgar las mangueras y agregar un poco de refrigerante. Luego se pone en marcha el compresor. Acto seguido, se observa la formación de la línea de escarcha. Una vez que esta línea alcanza el nivel indicado, se da por terminada la operación.

La acción de purgar un sistema de refrigeración consiste en retirar de las mangueras el aire, la humedad y todo tipo de impurezas de modo que sólo circule gas limpio.

Para hacer una purga se empieza por conectar las mangueras a las llaves de servicio de succión y presión, así como al tanque de servicio. Luego se aflojan ligeramente las tuercas que unen la succión y la presión. Después se abre la llave del tanque de gas, para que éste llene las mangueras y desplace el aire, la humedad y las impurezas.

Se deja que transcurran unos segundos, y enseguida se aprietan las tuercas flojas y se cierra la válvula del tanque. Tras permitir que el refrigerante fluya por el sistema, se aflojan por un breve tiempo las conexiones de las mangueras, para dejar que se escape un poco de gas.



Compresor

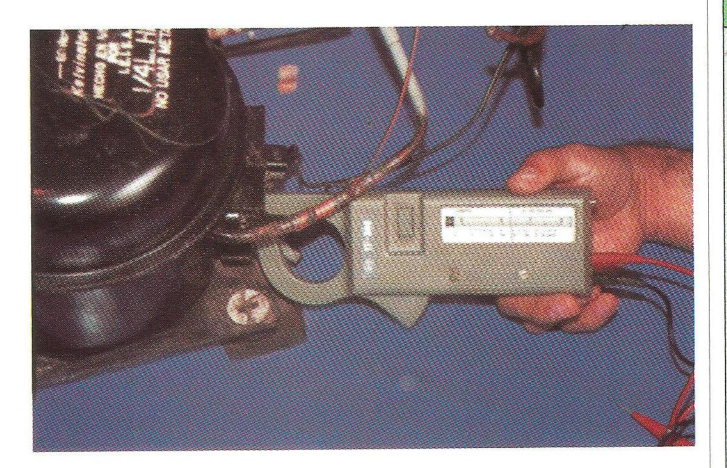
Cuando se detecta un problema mecánico o eléctrico dentro del compresor es necesario retirarlo y remplazarlo por uno nuevo o reconstruido. Esto tiene un costo bastante alto, por lo que antes de tomar la decisión de suplir la unidad hermética se recomienda verificar que la falla no esté en el relevador, el capacitor, el cable o la resistencia de sobrecarga.



Con el fin de cerciorarse de que no existe una falla en el embobinado del motor, se recomienta emplear el óhmetro para localizar cortocircuitos y tierras. Coloque una punta del óhmetro en la entrada de corriente del circuito de arranque y la otra en la del circuito común. Si la aguja no sube, significa que hay un corto. La misma operación se lleva a cabo conectando una punta del óhmetro en la entrada de corriente del circuito de operación y la otra en la del circuito común.

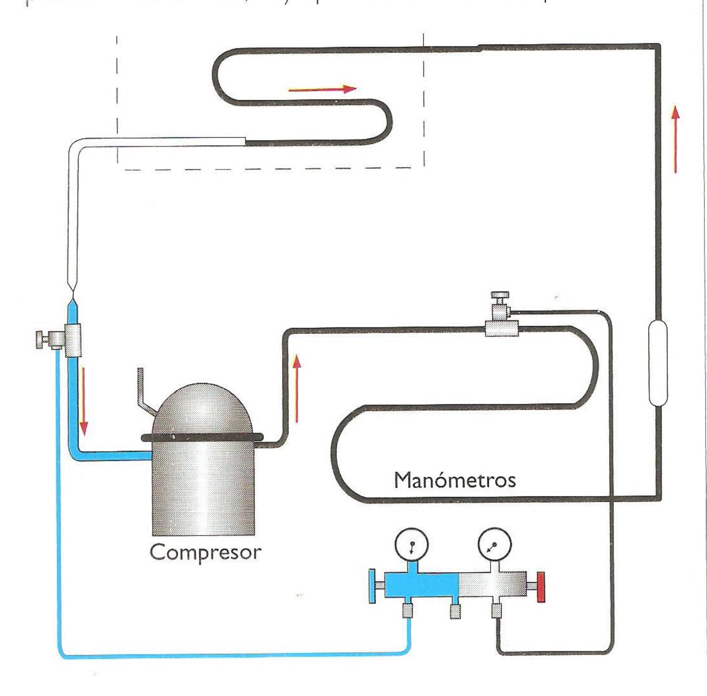


Una prueba especialmente eficaz consiste en verificar el nivel del amperaje, es decir, la cantidad de corriente que consume el motor mientras trabaja. Si el amperaje es más alto o más bajo de lo normal, es necesario cambiar el motor.



En ocasiones ocurren fallas en las válvulas de succión y presión del compresor. Para averiguar si estas válvulas tienen algún desperfecto, instale una válvula ponchadora y utilice el juego de manómetros con la manguera de baja presión en el tubo de succión.

Después presione la línea con una prensa para cerrar tubo y ponga en marcha el refrigerador. Cuando se registre un vacío de 25 pulgadas, detenga el compresor y aguarde. Si el vacío comienza a descender, quiere decir que existe una fuga de gas en la válvula de salida de alta presión. De ser así, hay que cambiar el compresor.



Cambio de compresor

Para remover el compresor, desconecte la corriente, instale el juego de manómetros con una válvula ponchadora y descargue el refrigerante. Hay tres formas de cambiar el compresor:

1	2	3
Cerrar con la prensa los tubos de la unidad hermética y cortarlos con unos alicates grandes.	Limpiar los tubos de succión y descarga, con cuidado de hacerlo en un área especialmente recta y cercana al compresor. Luego, seccionar con el cortador de tubos y tapar las líneas de inmediato.	Limpiar los tubos, aplicar fundente en las conexiones, calentar la junta, jalar los tubos fuera de sus conexiones y, finalmente, taparlas sin tardanza.

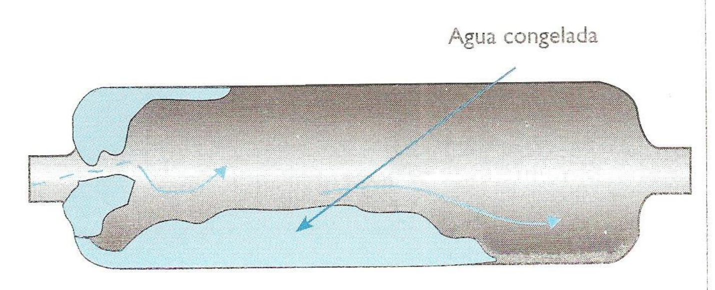
A continuación, retirar el compresor.

Instalación de la unidad hermética	
1	Instalar el juego de manómetros.
2	Limpiar las puntas de succión y descargar el refrigerador y el compresor.
3	Hacer la unión de los tubos. Con este fin, utilizar conexiones o expandir un tubo.
4	Pegar con soldadura de plata. Durante la operación, usar una lámina para proteger al sistema contra el calor.
5	Instalar un nuevo filtro deshidratador entre el condensador y el capilar (para hacerlo, seguir el procedimiento que se describe más adelante).
6	Meter un poco de vapor refrigerante en el sistema y verificar que no existan fugas. En caso de detectar alguna, corregirla.
7	Conectar la bomba de vacío y proceder a evacuar. Con este fin, seguir los tres pasos descritos más arriba.
8	Probar con cargas pequeñas de refrigerante, hasta alcanzar la presión atmosférica.
9	Reconectar el circuito eléctrico y cargar el sistema, tal y como ya se indicó.
10	Para cerciorarse de que el evaporador trabaje de forma correcta, dejar que el sistema opere durante varios ciclos.
11	Colocar un termómetro en el gabinete y verificar la temperatura durante un periodo de 24 horas.

Filtro deshidratador

Al instalar un compresor nuevo es imprescindible remplazar el filtro deshidratador. También es necesario cambiar este filtro cuando presenta una obstrucción, o bien cuando se detecta que ha dejado de retener la humedad.

La humedad en el sistema trastorna por completo el funcionamiento del aparato. Y es que su presencia provoca que tanto el vapor como el agua se congelen en el evaporador, lo que, a su vez, deriva en la formación de tapones que obstruyen la circulación del gas refrigerante. En consecuencia, el sistema entra en un proceso de descongelamiento. Al disolverse el agua, el refrigerador comienza otra vez a enfriar, se forman nuevos tapones de hielo en las tuberías del evaporador, y una vez más se entorpece el paso de refrigerante.



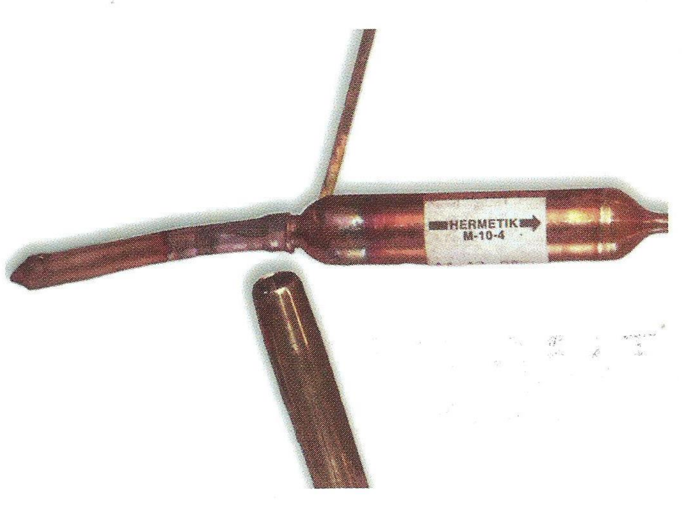
Para instalar un filtro nuevo se empieza por retirar el refrigerante del sistema. Luego es necesario secar y limpiar el filtro viejo, aplicar fundente en las uniones, calentarlas, separarlas y retirar el viejo filtro deshidratador.

Entonces se coloca el filtro nuevo, con cuidado de hacerlo en el sentido que indica la flecha impresa en el mismo filtro.



Luego se aplican más fundente y soldadura de plata, y con un soplete se suelda el nuevo filtro.

Después se introduce un poco de refrigerante. Cuando éste comienza a circular, se verifica que no haya fugas. Por último se evacua y se recarga el sistema.



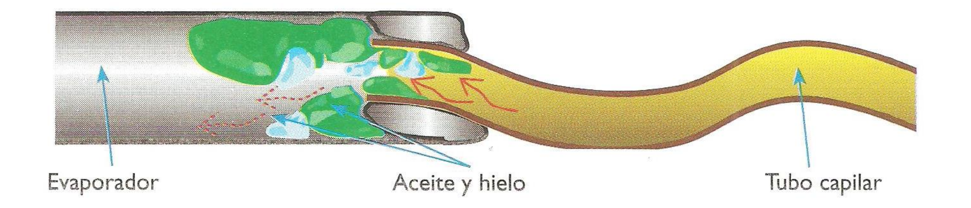
Tubo capilar

Cuando en el sistema de succión existe una presión más baja de lo normal y el evaporador no enfría lo suficiente, quiere decir que el tubo capilar ha sufrido algún daño.

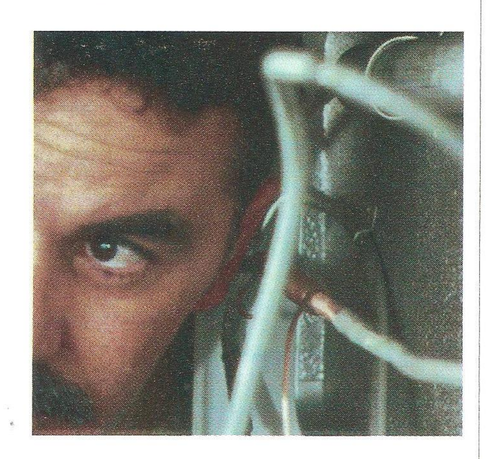
La formación de tapones y las abolladuras son las causas más frecuentes del deterioro de este tubo. Las abolladuras, por lo general, son resultado de los golpes que el refrigerador recibe al trasladarlo sin el cuidado necesario.



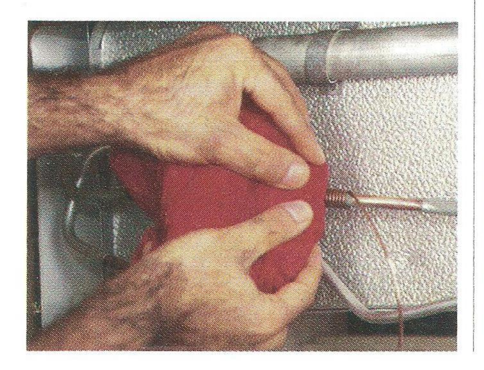
Los tapones suelen formarse por la acumulación de cera de aceite lubricante, o bien, de pequeños fragmentos de hielo.



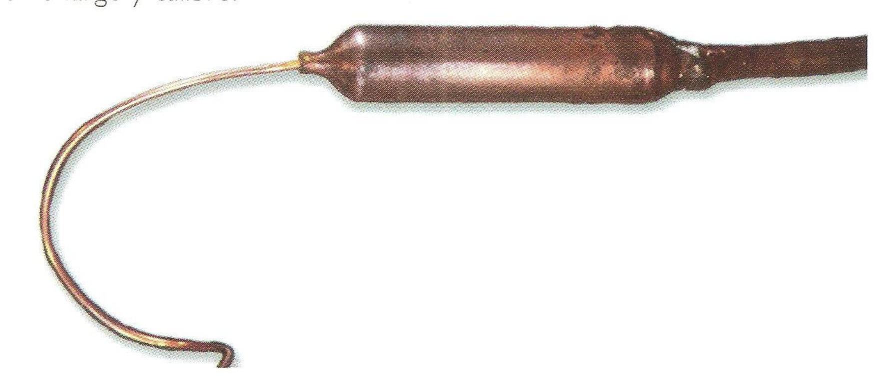
Para verificar si existe algún problema en el capilar, se hace trabajar el refrigerador unos minutos; luego se detiene su marcha y se acerca el oído al sitio donde el capilar se conecta con el evaporador. Si no se escucha un siseo, significa que el tubo está obstruido.



Con el fin de averiguar si el tapón es o no de hielo, pase un trapo humedecido con agua caliente por el evaporador y el tubo capilar para derretir la escarcha. Si el tapón es de hielo, se escuchará el siseo característico que éste produce al licuarse.



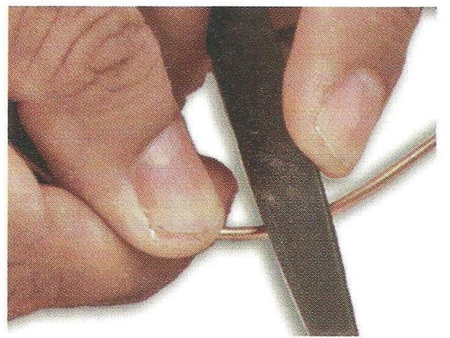
Si es preciso cambiar el tubo capilar, hay que hacerlo por uno nuevo del mismo largo y calibre.

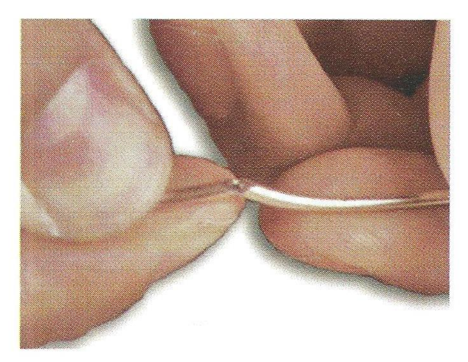


Para cambiar el capilar es necesario seguir los mismos pasos que al remplazar el compresor o el filtro secador, es decir, instalar el juego de manómetros, evacuar el refrigerante y, finalmente, cortar los tubos y el filtro al desacoplar las partes soldadas.

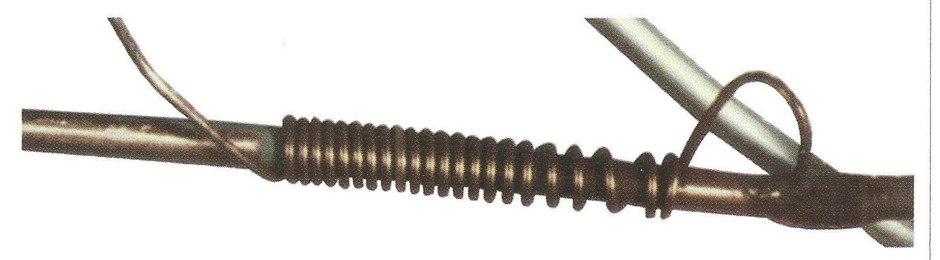
Una vez colocados y soldados el tubo capilar de remplazo y el nuevo filtro deshidratador, se rellena el sistema con un poco de gas refrigerante y se comprueba que no haya fugas. Luego se procede a evacuar el sistema y a recargarlo.

No corte el capilar con segueta o cortatubos; el uso de estas herramientas puede reducir el diámetro del tubo o dejar rebabas en su interior. Lo apropiado es utilizar una lima para hacer una muesca profunda en el metal y luego separar con las manos el fragmento desgastado, con movimientos ligeros.





Como ya se ha dicho, el tubo capilar debe unirse al de succión (es decir, al que va del evaporador al compresor), para formar una especie de puente de intercambio calorífico. Hay dos formas de llevar a cabo esta unión: con soldadura de plata, o bien, doblando en espiral el capilar alrededor del tubo de succión.



Uno de los extremos del tubo capilar se suelda al tubo de cobre que sale del filtro capilar, en tanto que la otra punta se une al tubo de salida del evaporador, el cual está fabricado con aluminio. Como el cobre y el aluminio no se pueden soldar, la unión debe hacerse mediante un cople de adhesivo.

Los coples de adhesivo se colocan entre el tubo de cobre y el de aluminio. Luego se calientan con un soplete de propano, hasta que el adhesivo se encoja y selle la junta de manera hermética.

Evaporador

Casi todos los evaporadores se fabrican con aluminio, aunque existen algunos de acero inoxidable. Ambos materiales pueden desgastarse y sufrir horadaciones, a través de las cuales se fuga el gas refrigerante.



Para sellar un orificio en un evaporador de acero inoxidable, es necesario emplear soldadura autógena, o bien una máquina soldadora Mig. Para mayores informes sobre estos equipos y su manejo, consulte el *Manual de soldadura con arco eléctrico*, publicado en esta misma colección.

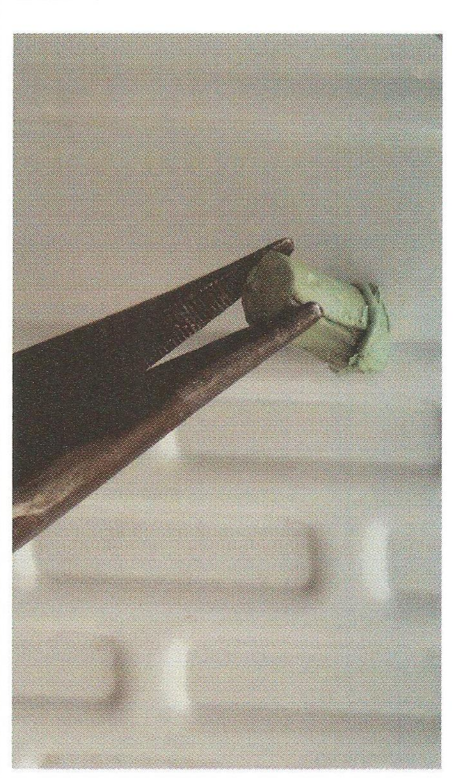
Con el fin de tapar los pequeños orificios y ranuras que en ocasiones se forman en los evaporadores de aluminio, se puede usar soldadura del mismo material.

También se pueden emplear resinas epóxicas de dos componentes, para uso específico de equipos de refrigeración.

Antes de aplicar la resina, se limpia con una lija el área de la fuga. La resina debe emplearse con sus dos componentes mezclados de antemano, para que selle bien y evitar que el aluminio se oxide de nuevo.

Si va a sellar con resina epóxica de dos componentes, mézclela, aplíquela con una espátula en la parte dañada y permita que seque durante una hora. Luego lije los excesos de resina y verifique que no haya fugas.

También se puede sellar con pasta Lacon®.



Esta pasta tiene un aplicador que se emplea como si se tratara de un lápiz. Úselo en el área afectada; luego caliente con soplete hasta que la pasta se derrita y selle.

Para que la resina penetre bien el orificio, algunos técnicos prefieren crear un poco de vacío en el sistema antes de aplicarla.

Condensador

Las basuras y las fugas son los elementos que con mayor frecuencia causan daños en el condensador.

Como el condensador es un disipador de calor, el exceso de mugre y cochambre entorpece su funcionamiento. Cuando esto ocurre, hay que lavar la pieza con agua, jabón y un cepillo.

Si se descubre una fuga en el condensador es necesario repararla con soldadura de plata y conexiones de cobre, luego de colocar el juego de manómetros y desalojar el refrigerante de su interior.

Otras fallas comunes asociadas al condensador son las siguientes:

- Cuando existe escasez de refrigerante, tal vez a causa de una fuga, la entrada de gas del condensador permanece tibia y la salida fría.
- Cuando existe hielo sobre el condensador, la transferencia de calor es muy baja.
- Cuando la capacidad del condensador disminuye, la transferencia de calor es, como en el caso anterior, muy baja.



Aceite

Es muy importante que en el interior del compresor exista la cantidad adecuada de aceite. Si hay menos del necesario, ocurre un exceso de fricción que, a su vez, genera ruido. El exceso de aceite, por su parte, provoca que el compresor se esfuerce demasiado en bombear lubricante, lo que a su vez disminuye su capacidad para bombear refrigerante y somete las válvulas a una tensión extrema.

Son raras las ocasiones en que resulta necesario agregar aceite. Sin embargo, es inevitable hacerlo cuando se detecta una disminución de lubricante, o bien, cuando se observan pérdidas de refrigerante.

Para hacer una recarga, se introduce la cantidad requerida de aceite en un cilindro que aún contenga un poco de refrigerante, para crear presión.

Luego se instala el juego de manómetros, sin olvidar que la manguera de baja presión va en la línea de succión o en el apéndice de servicio, y la manguera amarilla en el tanque de aceite y refrigerante. Después se invierte el cilindro, con el fin de que el efecto de la gravedad y la presión estimulen el flujo de aceite en el interior del compresor.

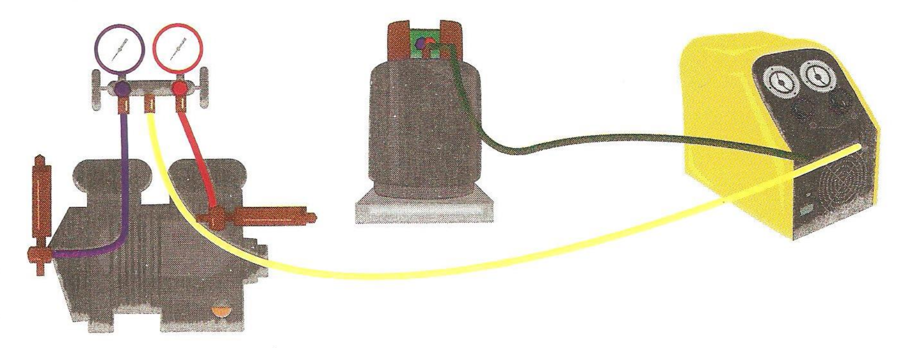






Recuperación y reciclado del refrigerante

Con el fin de evitar que los refrigerantes de clorofluorocarbono (CFC) se liberen en la atmósfera, existen equipos especiales para recuperarlos y reciclarlos, así como tanques receptores para guardarlos de manera transitoria (ir al capítulo dedicado a la evacuación total de refrigerantes, que forma parte de este manual).



EVACUACIÓN TOTAL

LOS CILINDROS RECUPERADORES DE REFRIGERANTE DEBEN ESTAR VACÍOS EN SU TOTALIDAD ANTES DE PROCEDER A UNA NUEVA CARGA.

Esto evita que el fluido recuperado se contamine con aire, humedad o remanentes de otro refrigerante. El vacío en el tanque recuperador debe ser inferior a 1 000 micrones.

Para acelerar la recuperación de refrigerante es necesario mantener frío el tanque durante todo el proceso. Para lograrlo, conviene colocarlo en una cubeta con hielo. Mientras más frío esté, menor será la presión del gas. Con el tanque a la temperatura ambiente, el proceso de recuperación resultará mucho más lento.

Antes de comenzar es preciso revisar la posición de todas las válvulas y constatar el nivel de aceite del compresor de la recuperadora. Es aconsejable recuperar el refrigerante líquido en un tanque receptor.

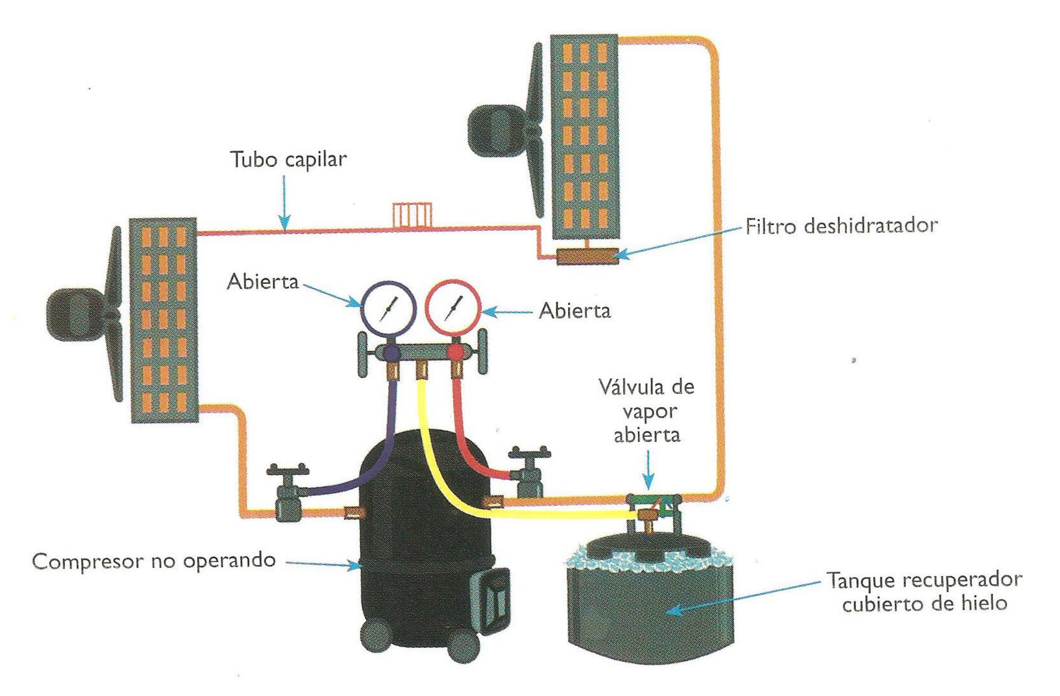
El líquido se debe extraer antes que el vapor.

Recuperación en fase gaseosa

En esta fase, la recuperación minimiza la pérdida de aceite en el sistema. El proceso es más lento en esta etapa, debido a que en estado gaseoso el flujo de refrigerante es menor.

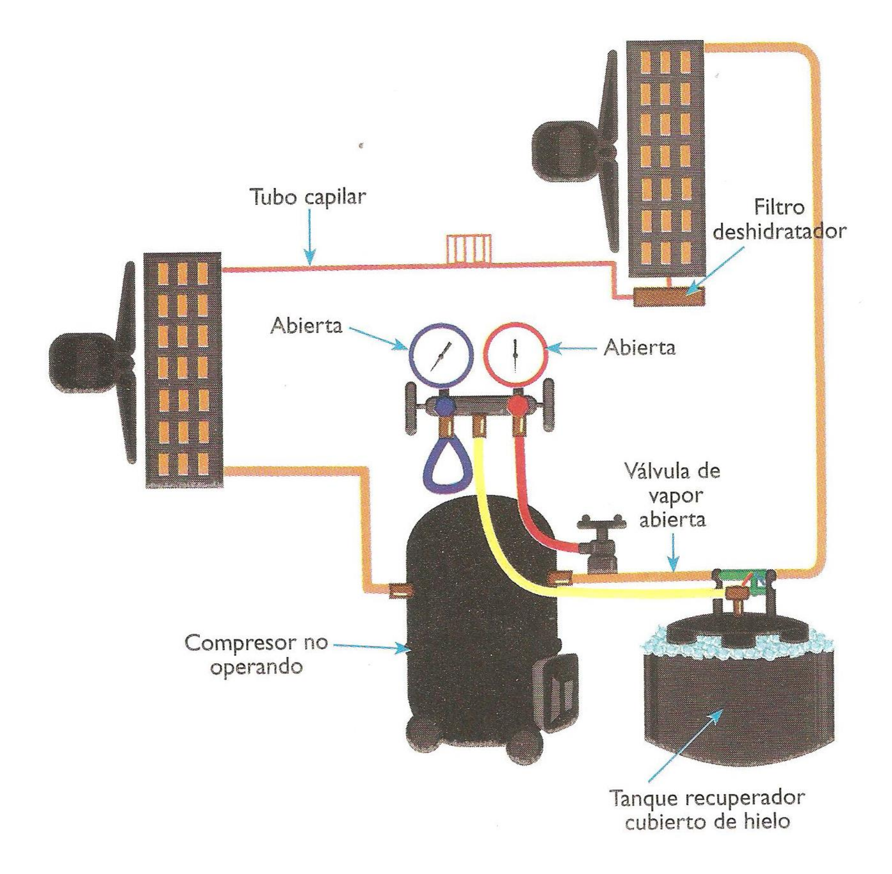
Si el compresor del sistema no funciona, conviene instalar un juego de manómetros múltiple con dos válvulas removibles: una para alta presión y otra para baja. Se conecta el tanque recuperador en la válvula central del juego de manómetros. Luego se procede a entibiar el cárter del compresor. Esto contribuye a liberar el refrigerante atrapado en el aceite, al tiempo que acelera el proceso de recuperación.

El refrigerante migra y se condensa en el tanque recuperador.



Con este método es posible recuperar hasta 80% del refrigerante. El resto, ya en estado líquido, queda atrapado con el lubricante en el interior del sistema.

Si el compresor del sistema funciona, hay que encenderlo y recuperar el fluido del lado de alta presión.



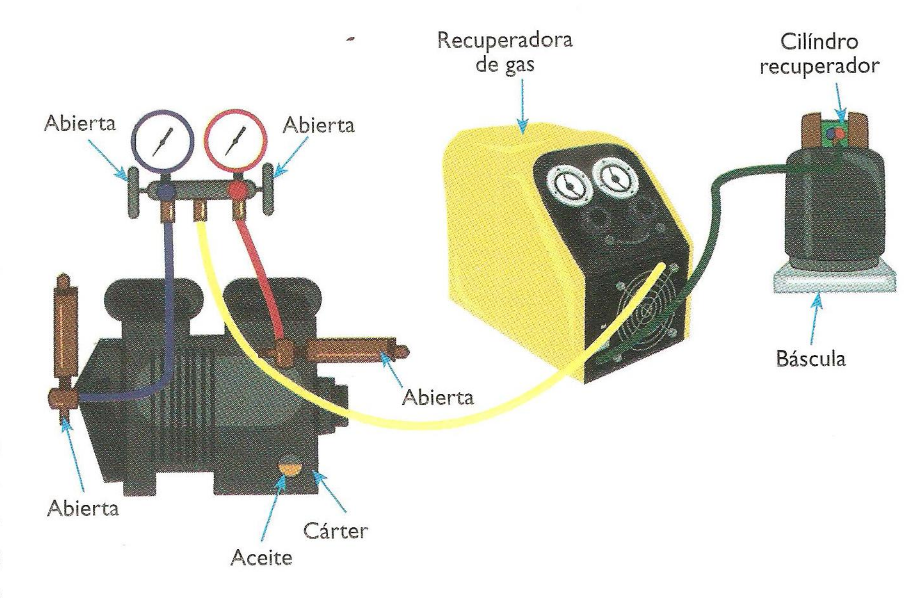
Se instala una válvula removible en el lado de alta presión y se pone en marcha el compresor para recuperar el refrigerante.

El tanque recuperador frío condensa el refrigerante, el cual se puede recuperar hasta en 90% con este método. El restante, 10%, se queda atrapado en estado líquido dentro del sistema.

Es necesario tener presente que las mangueras de conexión entre la máquina recuperadora, el sistema de refrigeración y el tanque recuperador deben ser lo más cortas posible y, al mismo tiempo, tener el mayor diámetro interior posible. Esto contribuirá a incrementar la eficacia del proceso.

Recuperación en fase gaseosa con recuperador

Cuando el refrigerante se encuentra en estado de vapor, la máquina recuperadora lo succiona. Una vez condensado, la misma máquina lo envía al tanque recuperador.



Los sistemas comerciales medianos se conectan con el equipo recuperador a través de un juego de manómetros múltiple. Uno de los manómetros se instala en el lado de baja presión y otro en el de alta. Cuando se trata de refrigeradores domésticos o congeladores pequeños, la conexión se realiza únicamente en el lado de baja presión. En estos casos, se utiliza una válvula ponchadora para extraer el fluido. La cantidad de refrigerante que se recupera en este tipo de equipos es muy pequeña.

Recuperación en fase líquida con recuperador

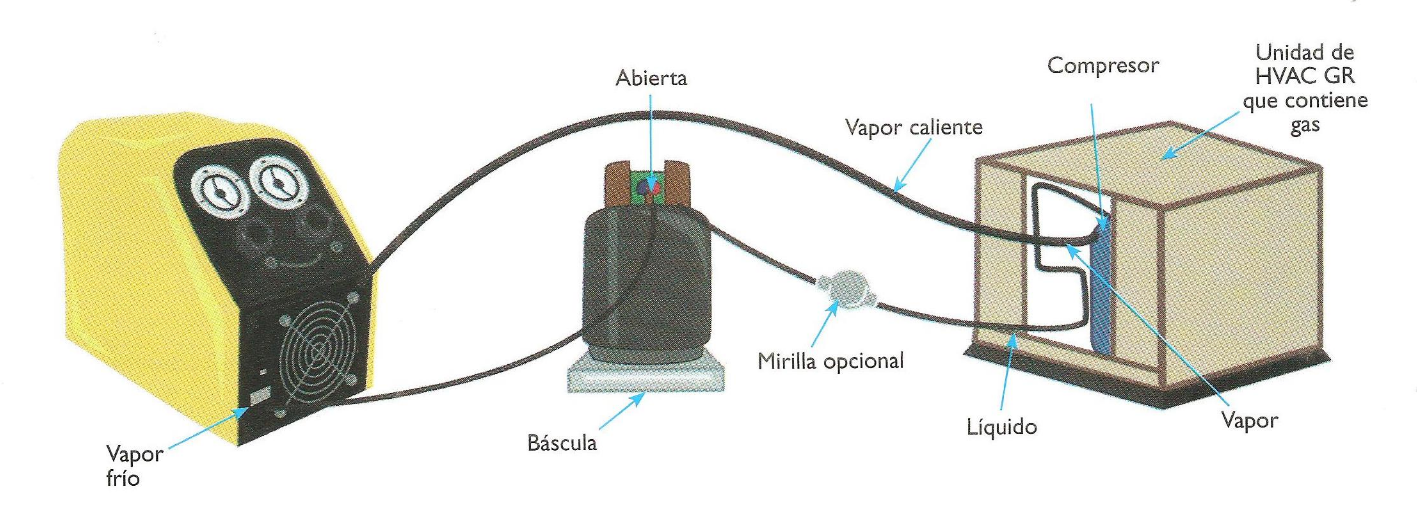
Para evaporar el refrigerante que se encuentra en fase líquida dentro del sistema es necesario agregarle calor. Las siguientes son algunas formas seguras de hacerlo:

Mantener en operación los ventiladores del evaporador.

Si la máquina de recuperación no cuenta con un sistema de evaporación, es necesario protegerla de la llegada de refrigerante líquido; con este fin, conviene utilizar el juego de manómetros para dosificar, mediante las válvulas de operación, el paso de fluido del sistema a la máquina. En esta maniobra, necesaria durante las etapas iniciales de recuperación, hay que usar las válvulas como si se tratara de un dispositivo de expansión.

El refrigerante líquido se puede recuperar a través de técnicas de decantación, de separación, o bien de succión/retroalimentación (*push/pull*), con el consiguiente arrastre de aceite.

Método de succión/retroalimentación (*push/pull*). En esta técnica se utiliza el vapor del cilindro para empujar el refrigerante líquido fuera del sistema.



Se conecta una manguera desde el puerto de líquido de la unidad. El objetivo es extraer el refrigerante que hay en este puerto y llevarlo a la válvula de líquido del tanque recuperador. Se conecta otra manguera entre la válvula de vapor del tanque y la entrada de succión de la máquina recuperadora. Una tercera manguera se conecta entre la salida de la máquina recuperadora y el puerto de vapor del equipo.

Cuando la máquina recuperadora hace que se reduzca la presión del cilindro, el tanque succiona el refrigerante líquido (movimiento *pull*) de la unidad de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración, la cual debe encontrarse desactivada.

El vapor que la máquina recuperadora extrae del tanque recuperador mediante succión, se comprime hacia la sección de vapor de la unidad de HVAC GR desactivada. Una vez que la mayor parte del refrigerante ha pasado del sistema al tanque recuperador, la máquina recuperadora inicia un proceso de remoción del resto del refrigerante en forma de vapor. Los niveles de este proceso se controlan desde el medidor de baja presión de succión. Cuando la máquina de recuperación se detiene por completo, significa que se ha terminado de recuperar todo el refrigerante posible del sistema.

En los casos siguientes NO debe utilizarse el método *push/pull*:

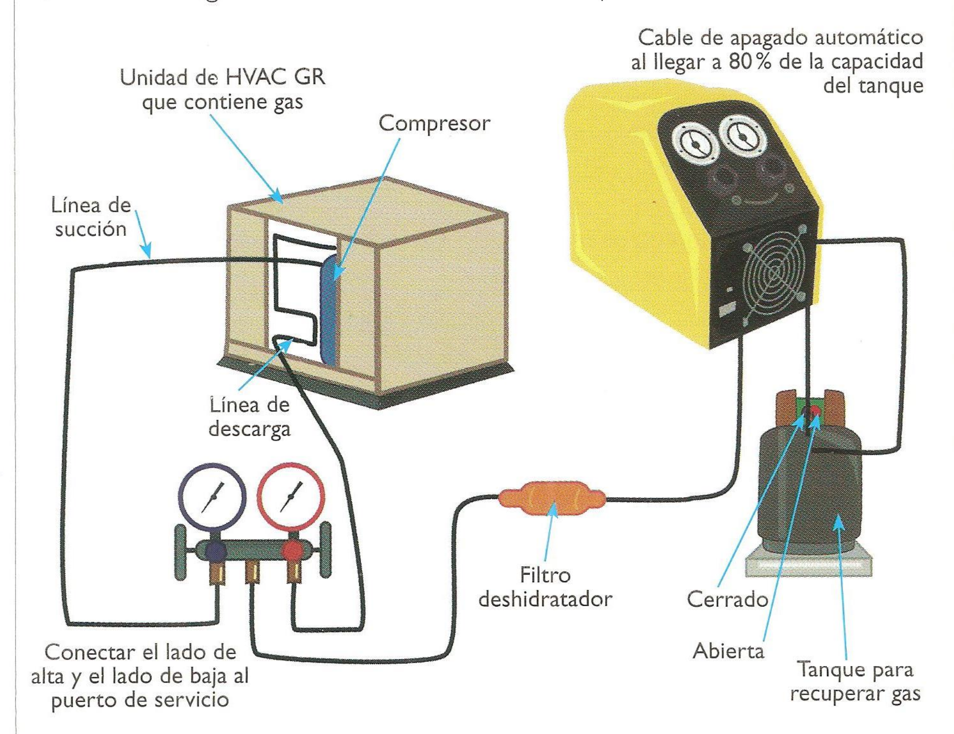
- Cuando el sistema tiene una carga menor de nueve kilos o 20 libras de refrigerante.
- Cuando el equipo es una bomba de calor, o cualquier otro sistema que permita el aislamiento de refrigerante.
- Cuando el equipo tiene un acumulador entre los puertos de servicio que se utilizan para recuperar líquido.
- Cuando ha ocurrido una migración o fuga de refrigerante líquido y se desconoce su ubicación.
- Cuando el diseño de la tubería del equipo impide crear una columna sólida de líquido.

Para poner en práctica el método *push/pull* se requiere:

- Una mirilla que permita observar el momento en que se ha terminado de recuperar todo el líquido.
- Tener a la mano una tercera manguera.
- Una vez retirado todo el líquido, reconfigurar las mangueras instaladas para recuperar vapor, dado que este método no crea un vacío en el sistema.

Método líquido y vapor

Es importante conocer el tipo y la cantidad de refrigerante que se planea recuperar. Antes de iniciar el proceso es necesario retirar las válvulas pivote o válvulas Schrader de los puertos de servicio. En sistemas de refrigeración es muy conveniente utilizar mangueras con válvulas de bola integradas. En cuanto al método de recuperación, siempre se obtendrán mejores resultados al retirar el líquido del sistema antes que el vapor restante, pues de esta forma se consigue acelerar la velocidad de recuperación.



Cuando se trata de retirar una cantidad importante de refrigerante, se recomienda emplear el método *push/pull*, dado que permite realizar el trabajo tres veces más rápido que de forma directa. Siempre que sea posible, es conveniente emplear mangueras cortas para recuperar gas de los lados de alta y de baja presión, ya que con el uso de mangueras largas se retarda el proceso. Si al inicar el desalojo se oye ruido procedente del compresor, suspenda la operación mientras detecta el origen del problema; de otra forma, el compresor puede sufrir un daño que afecte su tiempo de vida útil.

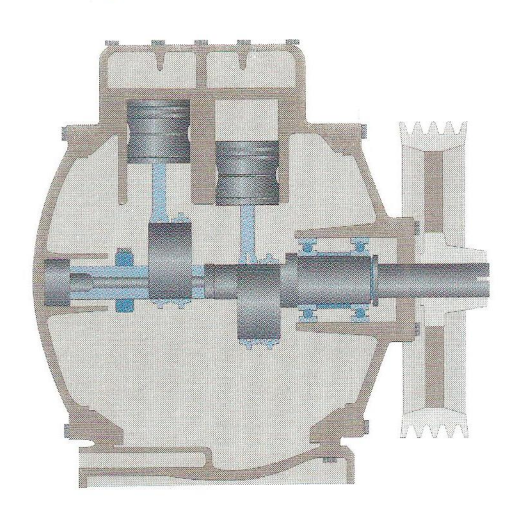
Es preciso llevar a cabo el trabajo de recuperación desde el lado de vapor del tanque recuperador. De esta forma se reduce el riesgo de encontrar algún remanente de refrigerante líquido, lo que garantiza un procedimiento más limpio. Al final del proceso, sobre todo en el momento de retirarlas mangueras, es posible que escurra una línea de refrigerante.

Para proteger la máquina recuperadora, se aconseja utilizar un filtro deshidratador. Esta recomendación adquiere relevancia cuando se trabaja en un sistema cuyo compresor se ha quemado.

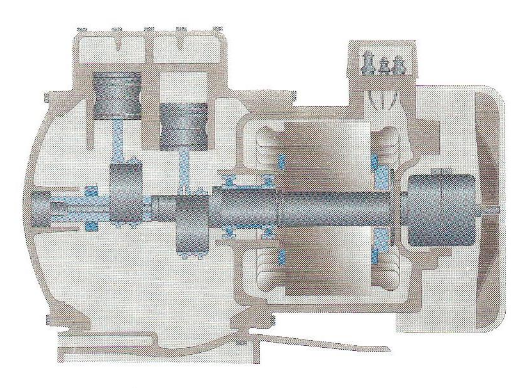
SERVICIO COMERCIAL

LA REFRIGERACIÓN COMERCIAL SE RIGE POR PRINCIPIOS MUY SIMILARES A LOS DE LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA. LO QUE CAMBIA SON LAS DIMENSIONES DE LOS SISTEMAS Y ALGUNOS DE SUS MECANISMOS.

Compresores comerciales



Los compresores de los sistemas comerciales, por ejemplo, suelen ser más grandes que los de los aparatos domésticos; además, los primeros pueden localizarse dentro de sistemas herméticos o abiertos y tener el motor integrado; accionarse a través de una banda; pueden contar con un solo compresor, o tener varios instalados en paralelo.



Línea de succión

Reserva de aceite

Línea de presión

Separador de aceite

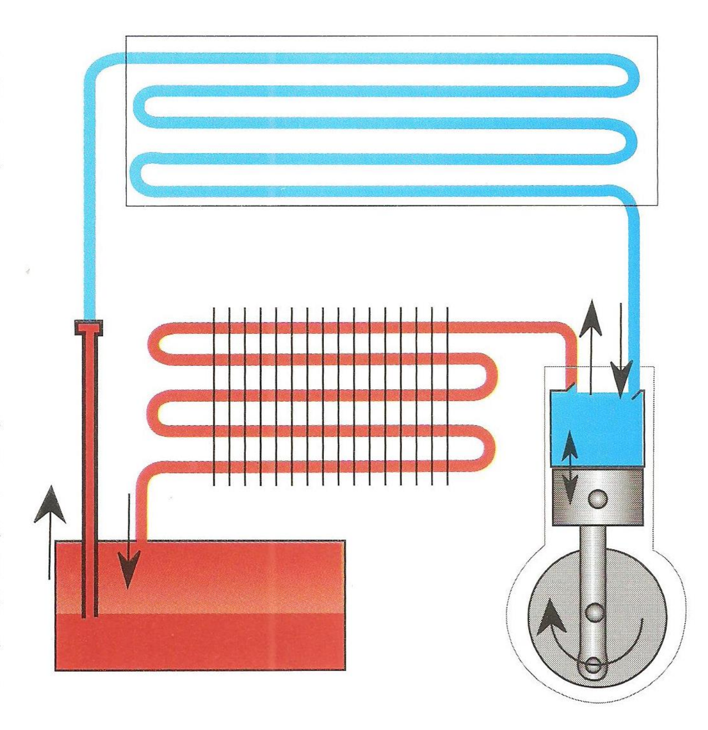
Reguladores de aceite

Compresor 1

Compresor 2

Compresor 3

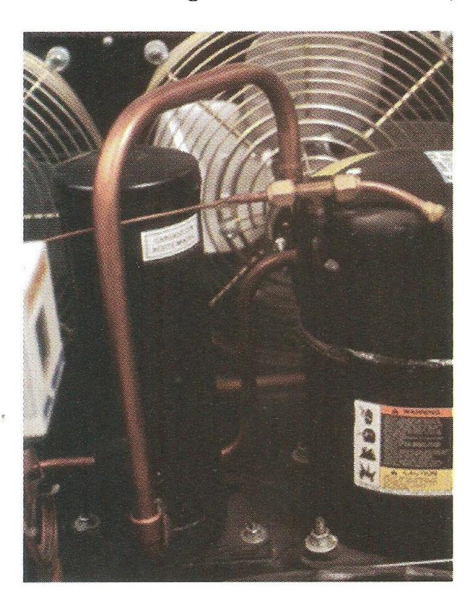
Pero tal vez la mayor diferencia entre los sistemas comerciales y los domésticos está en el tipo y el tamaño de los condensadores, y el número y diseño de los evaporadores, así como en los mecanismos que regulan la entrada de refrigerante al evaporador.



Condensadores comerciales

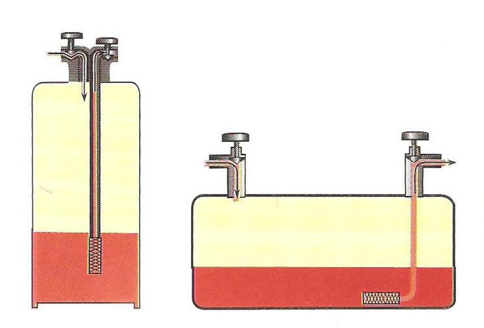
Receptores de líquido

Aquellos sistemas que no emplean un tubo capilar para controlar el flujo de refrigerante tienen un receptor o tanque de almacenamiento de líquido, el cual se localiza del lado del condensador. Este receptor contribuye a un uso más equilibrado de refrigerante en el interior del sistema, así como a librar de gas la línea de refrigerante líquido. Además, funciona como espacio de relevo para bombear refrigerante mientras se reparan ciertas piezas.



Tanque de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento están hechos de acero. Por lo general tienen dos válvulas de servicio: una a la entrada y otra a la salida. Estas válvulas, que pueden ser horizontales o verticales, permiten retirar o desconectar el tanque con refrigerante en tanto se realizan maniobras de servicio.



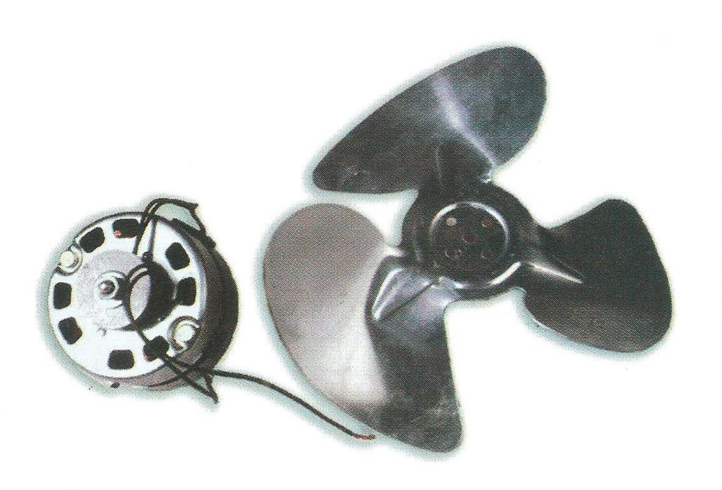
Los condensadores comerciales se pueden enfriar con aire o con agua.

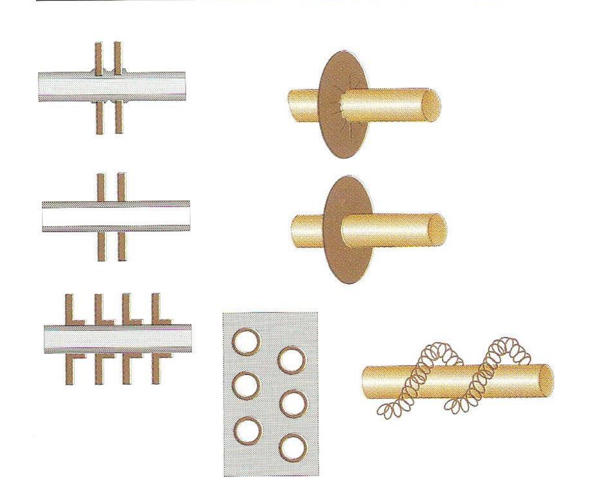
Enfriamiento por aire

Las unidades más pequeñas se enfrían por convección del aire, es decir, a través de la circulación natural del aire que se eleva al calentarse.

No obstante, la mayor parte de los condensadores comerciales se enfría con una corriente de aire generada por un ventilador.

El ventilador se pone en marcha por medio del motor del compresor, o bien, de un motor independiente.





Para disipar el calor con mayor fuerza, los condensadores suelen tener aletas metálicas o espirales de alambre.

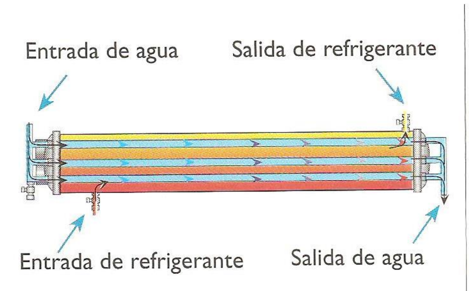
La eficacia de los ventiladores es mayor cuando están revestidos con una cubierta de metal.

En ciertos diseños, el condensador se coloca en el exterior del edificio en el que se encuentra el equipo, mientras que el compresor y el evaporador se instalan en el interior.

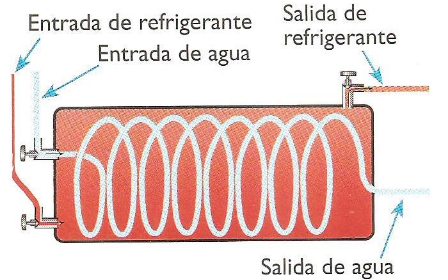
Enfriamiento por agua

Muchos sistemas de refrigeración utilizan agua para enfriar los condensadores, debido a que este elemento es 15 veces más eficaz que el aire para intercambiar calor.

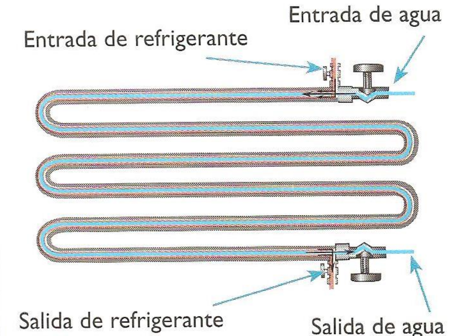
Hay tres tipos de condensadores que se enfrían con agua: de tanque y tubos, de tanque y serpentín, y de tubo dentro de tubo.



En los condensadores de tanque y tubos, el refrigerante pasa de forma directa del compresor a un sistema de tuberías rectas ubicado en el interior de un tanque con agua en circulación.



En los de tanque y serpentín, el método es muy similar, sólo que los tubos por los que circula el agua están dispuestos en espiral y no en líneas rectas.



En los de tubo dentro de un tubo, el agua corre por el tubo interior, mientras que el refrigerante se desplaza por el tubo exterior. Por tanto, este sistema cuenta con dos superficies de enfriamiento: una interior, de agua, y una exterior, de aire.

Para reciclar o reutilizar el agua empleada para enfriar el condensador, el sistema cuenta con una torre enfriadora. Su función es enfriar el agua que, a su vez, se encarga de enfriar el refrigerante, para luego ponerla de nuevo en circulación. La torre de enfriamiento es una caja de material anticorrosivo, en cuyo interior se conecta un serpentín de tubos con pequeños agujeros. Estos tubos horadados esparcen agua en el interior, mientras un ventilador arroja aire a presión.

Una parte del agua esparcida se evapora, mientras que el resto se enfría y regresa al condensador para enfriar el refrigerante. Las torres de enfriamiento son ruidosas, por lo que se acostumbra ubicarlas en el exterior de los edificios donde operan los sistemas.

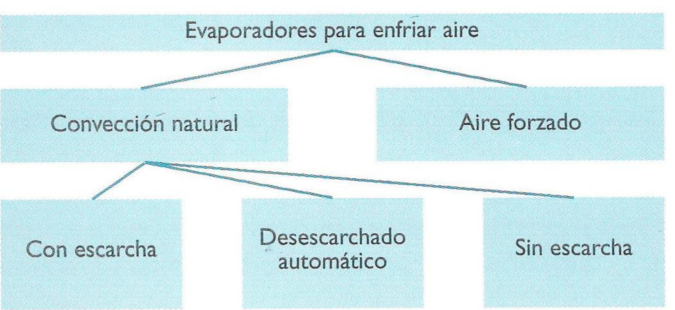
Evaporadores comerciales

Existen dos grandes categorías de evaporadores comerciales. La que integran aquellos que enfrían el aire del gabinete, para enfriar, a su vez, los artículos contenidos en el interior...



y los que enfrían montados en líquidos, como bebidas o salmueras.

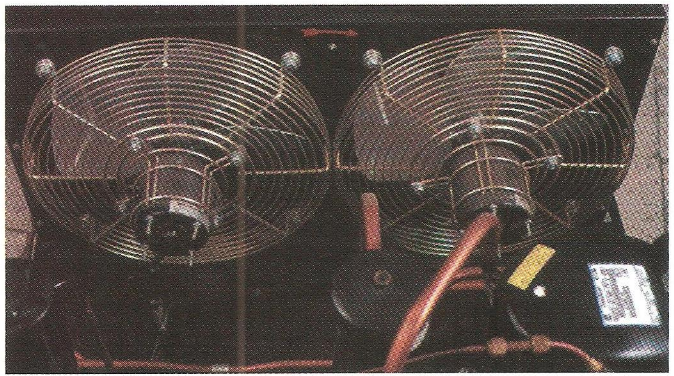




Los evaporadores que enfrían el aire operan de dos formas distintas: por convección natural o mediante aire forzado. A su vez, los que trabajan por convección natural del aire pueden ser de escarcha, de desescarchado automático, o sin escarcha.

Los sistemas comerciales sin escarcha funcionan a temperaturas muy próximas a 0 °C, lo cual evita que formen hielo.

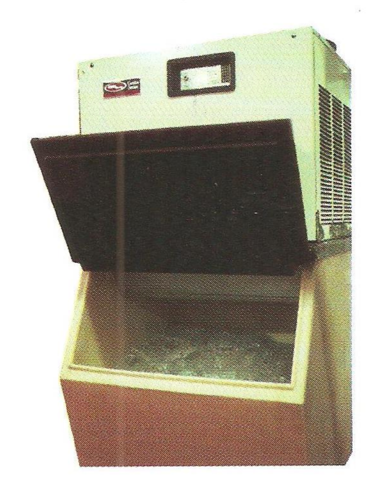
Los evaporadores de circulación forzada de aire operan mediante un serpentín de tubos para refrigerante y un ventilador que lanza aire en el gabinete.



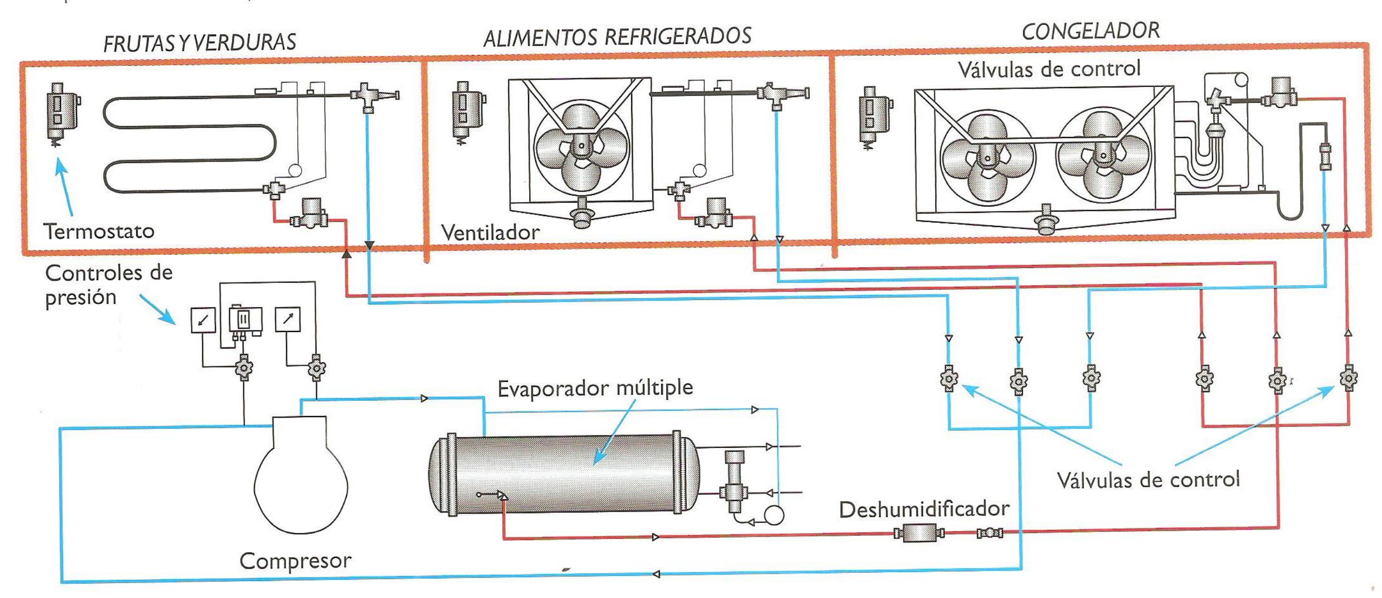
Los evaporadores diseñados para líquidos se emplean para enfriar botellas, líquidos envasados a la presión atmosférica y líquidos a presión.

A los evaporadores que operan dentro de un líquido, como salmuera, refresco o agua, se les conoce como **evaporadores de inmersión**.

Existe un tipo especial de evaporador diseñado para producir hielo de forma permanente.



Los sistemas de refrigeración comercial tienen uno o varios evaporadores, los cuales pueden generar una misma temperatura o temperaturas distintas, según las necesidades del usuario.



Controles del flujo de refrigerante

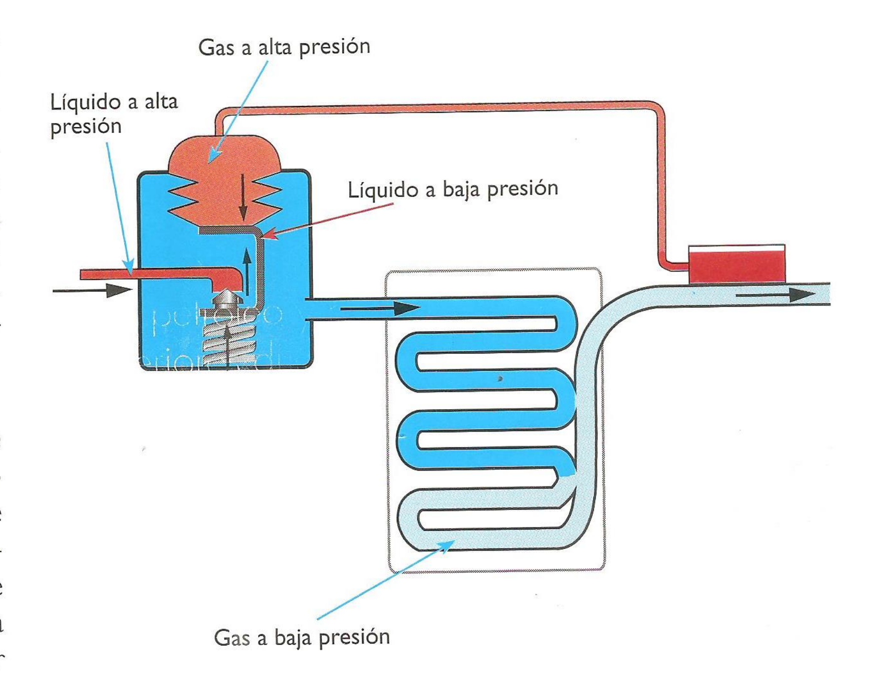
Los controles del flujo de refrigerante tienen dos funciones: la primera es permitir que el refrigerante líquido entre al evaporador; la segunda, mantener la presión necesaria en el evaporador.

CONTROLES DE FLUJO
Tubo capilar Válvula de expansión automática Válvula de expansión termostática Flotador

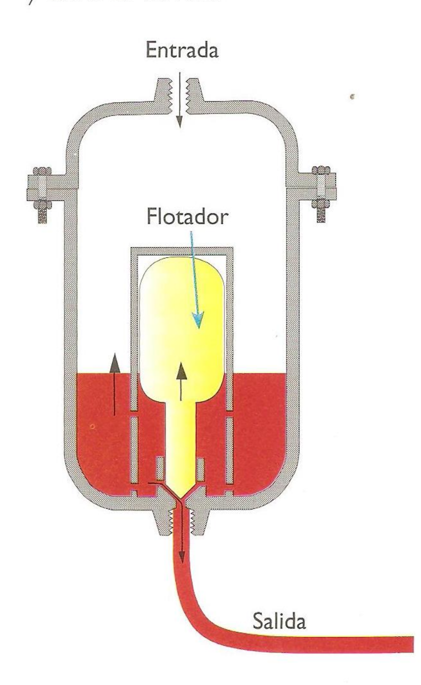
Los controles de refrigerante son de cuatro tipos: los de tubo capilar, usados por lo general en la refrigeración doméstica; los de válvula de expansión automática, los de válvula de expansión termostática y los de flotador en el recipiente de líquido refrigerante.

Localizada en el lado de baja presión, la **válvula de expansión automática** permite la entrada del refrigerante líquido al evaporador cuando la presión de la succión está por debajo de su límite. En cambio, detiene el paso de refrigerante cuando la presión está por encima del límite, al tiempo que mantiene una presión constante dentro del evaporador mientras el sistema está en operación.

En los sistemas comerciales, la válvula que más se utiliza es la **de expansión termostática.** Se trata de un bulbo sensor que mide la temperatura y que se encuentra montado afuera del evaporador. Cuando éste alcanza su temperatura más baja, la válvula detiene el flujo de refrigerante; al aumentar la temperatura, lo deja pasar.



El **control de flotador** permite la entrada del líquido refrigerante al evaporador cuando el nivel del líquido asciende dentro del receptor y, en consecuencia, el flotador se eleva y abre la válvula.

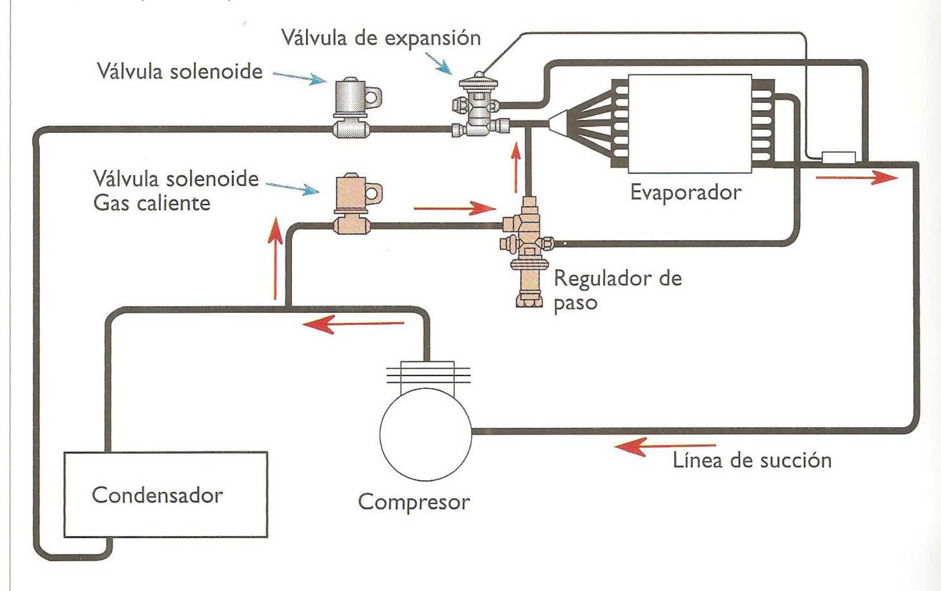


Sistemas de deshielo

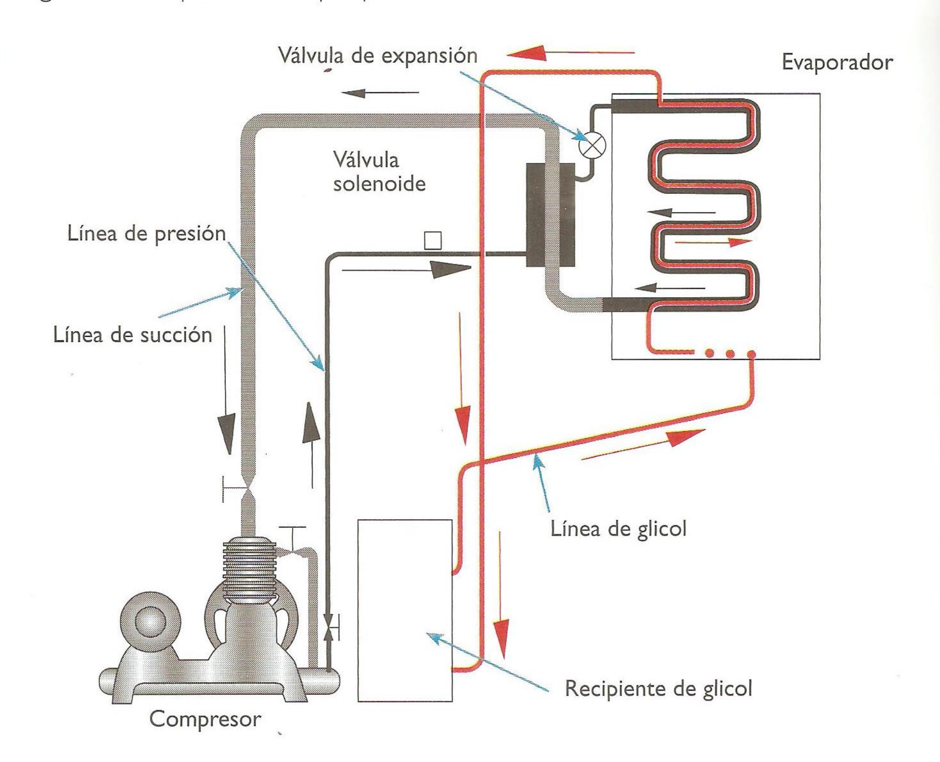
El sistema de deshielo en los refrigeradores comerciales suele ser automático. Opera durante los periodos en los que la función de enfriamiento del ciclo está en receso, o mediante un reloj que activa de manera cotidiana el mecanismo diseñado para descongelar.



En los **sistemas de deshielo por gas refrigerante caliente**, una línea directa sale de la descarga del compresor para bombear el vapor caliente a los tubos del evaporador. El proceso inicia en el momento en que arranca el motor, se detiene el ventilador y se abre una válvula solenoide que envía el gas caliente al evaporador. Luego de deshelar el evaporador, el gas regresa al compresor por la línea de succión.



También existe un **sistema de deshielo por glicol**, una solución que no se congela, la cual se calienta mediante una resistencia eléctrica. En el momento en que se suspende el proceso de refrigeración, se abre una válvula que bombea el glicol caliente a través de una tubería especial. Luego, la sustancia regresa al recipiente del que partió.



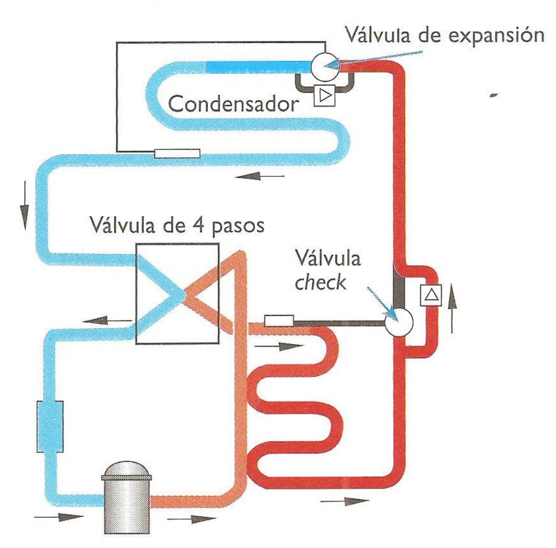
Los **sistemas de deshielo por agua** arrojan agua tibia sobre el evaporador cuando el sistema de refrigeración está detenido. El calor del líquido derrite el hielo acumulado, en tanto que los residuos de agua desembocan en una charola y se evaporan.

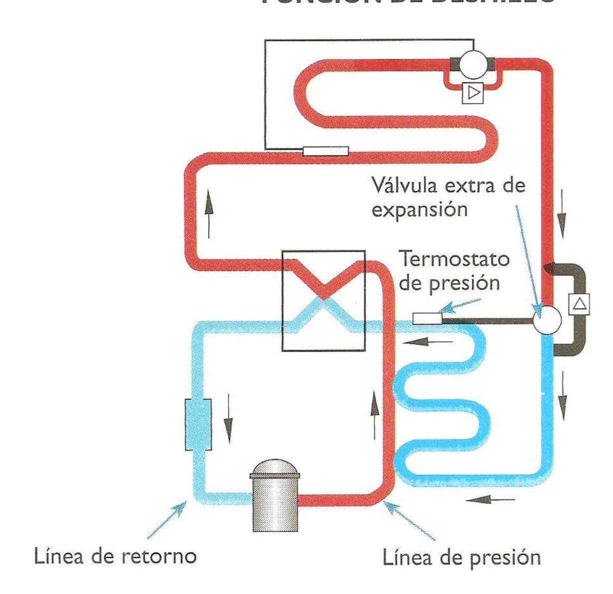
En el caso del **sistema de deshielo por medio de una resistencia eléctrica**, empleado con frecuencia en los evaporadores de baja temperatura, una resistencia instalada en el evaporador se encarga de disolver el hielo.

Otros aditamentos empleados para deshelar los evaporadores son los **intercambiadores de calor**.

El método de inversión del flujo refrigerante también se emplea para deshelar los evaporadores. En este caso, el fenómeno de inversión permite que el mismo evaporador cubra las funciones de un condensador para disolver el hielo.

El aire caliente empleado en abundancia y en ciclos frecuentes puede servir para deshelar los evaporadores de baja temperatura.





Controles del motor

Hay dos tipos de controles para poner en marcha y detener los motores empleados en refrigeración comercial: los termostáticos (semejantes a los que se usan en los servicios de refrigeración doméstica) y los de presión. Estos últimos se localizan en la línea de succión del sistema.

Existen, además, otros controles, en este caso relacionados con la seguridad de los equipos: el control de alta presión y el de presión del aceite. Ambos tienen la función de suspender la actividad del motor cuando detectan condiciones de baja presión, con el objetivo de proteger la vida del equipo.

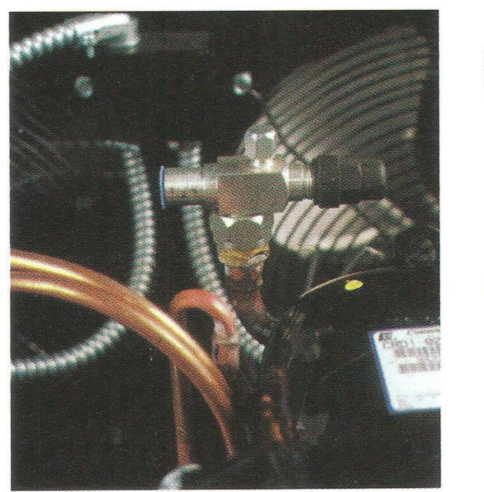


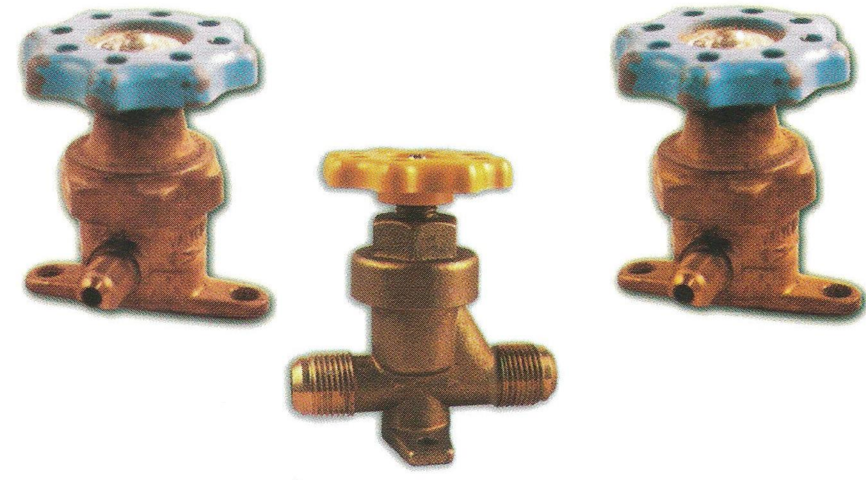
Válvulas

En los sistemas comerciales se emplea una gran cantidad de válvulas automáticas: las válvulas de dos temperaturas, cuyo objetivo es reducir la presión en el evaporador; las válvulas *check*, diseñadas para evitar que el líquido o el gas fluya en una dirección equivocada; y las válvulas de agua. Junto a ellas, existe una gran variedad de válvulas manuales.

Válvula de condensación *bypass*
Válvula condensadora de presión
Válvula de dos temperaturas
EVAPORADOR EN DESHIELO
Válvula reguladora de presión
Compresor
Válvula *check*
EVAPORADOR FRÍO
Válvula de expansión

A la lista anterior hay que agregar las válvulas de servicio. En ellas se conecta el juego de manómetros cuando es necesario verificar las condiciones de presión en el equipo, o bien evacuar y cargar el sistema.





Refrigeradores comerciales

Es preciso distinguir los sistemas de refrigeración comerciales de los de refrigeración industrial. Estos últimos suelen ser mucho más grandes, y su operación y mantenimiento demandan la atención de un ingeniero de planta especializado.

Los sistemas industriales se emplean en almacenes y bodegas de grandes dimensiones, industrias empacadoras, plantas industriales con requerimientos de refrigeración y congelación, fábricas de helados, fábricas de alimentos congelados y fábricas de hielo.

Por otro lado, los sistemas comerciales son aquellos que se emplean en tiendas y expendios para conservar y mostrar la mercancía que requiere refrigeración. Se trata de equipos más grandes y más complejos que los domésticos, aunque, al igual que éstos, pueden tener una larga vida sin necesidad de un mantenimiento constante.



Los gabinetes para refrigeración comercial tienen formas y dimensiones muy diversas.

Los gabinetes para alimentos que se emplean en los restaurantes son equipos con varias puertas y diversos compartimentos.

En las carnicerías se utilizan las cámaras frigoríficas. Dada su amplitud, en ellas pueden entrar una o varias personas para colgar en su interior los animales en canal. Suelen tener dos áreas con dos distintas temperaturas: la regular y la de congelación.

De uso aún limitado en nuestro país, hay gabinetes especiales para exhibir y conservar flores. Se regulan a una temperatura nunca inferior a 3 °C, y a un nivel de humedad que permite mantener hidratadas las flores. Al estar fabricados estos gabinetes con paredes y puertas de vidrio, la mercancía permanece a la vista desde diversos ángulos.

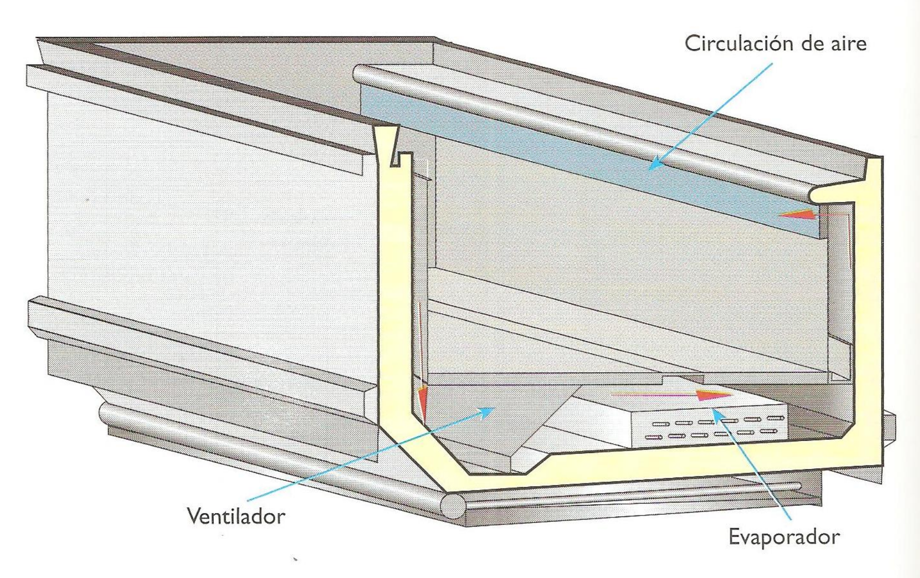
Muy común en nuestras misceláneas y tiendas, el refrigerador/mostrador es un mueble con un amplio vidrio inclinado en la parte frontal, para facilitar la vista de los productos que se exponen en su interior.

Presentes sobre todo en las tiendas de autoservicio, los mostradores abiertos ofrecen carnes frescas, lácteos y verduras. Por carecer de puertas, están diseñados para producir una cortina de aire que protege y conserva las bajas temperaturas.

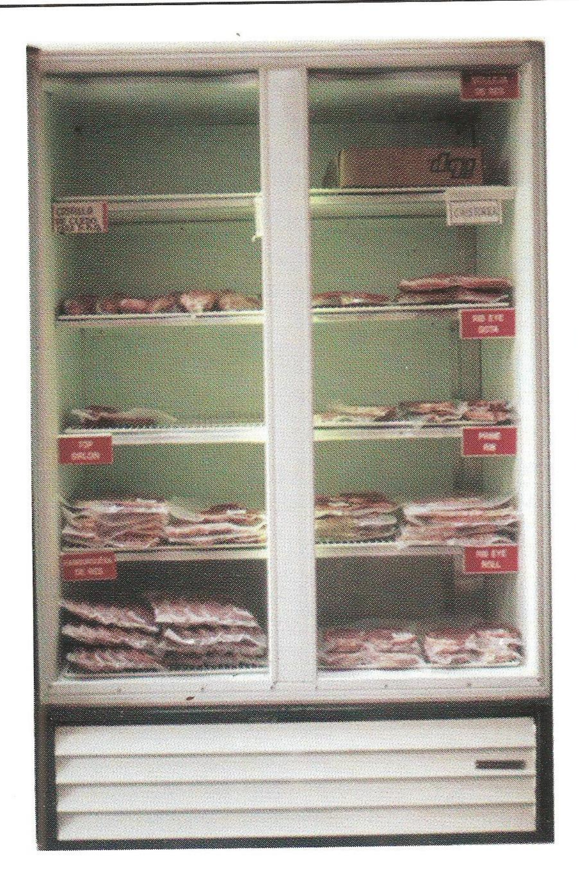




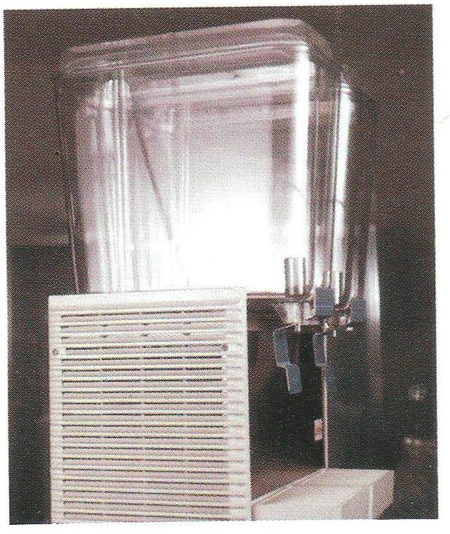
También protegidos por una cortina de aire horizontal, los mostradores abiertos para productos congelados mantienen una temperatura de entre −15 °C y −26 °C.



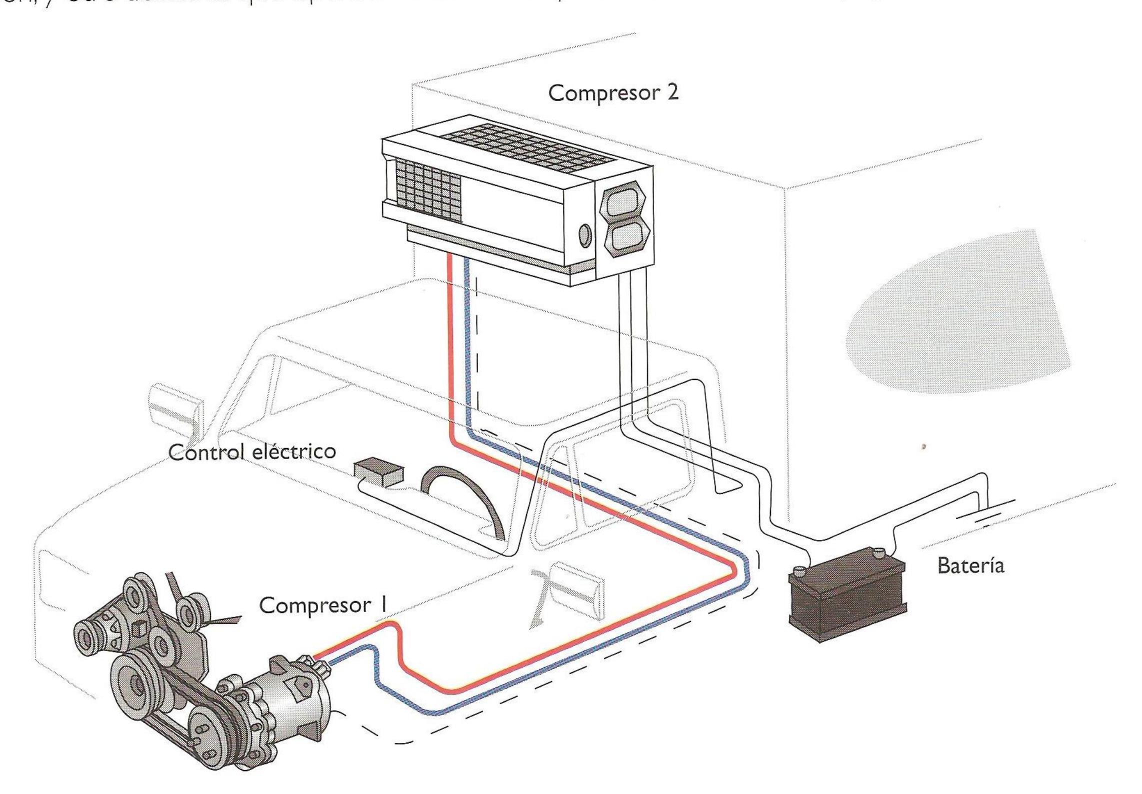
También los sistemas con puertas para alimentos congelados producen una cortina de aire, con el fin de proteger el gabinete de la entrada de aire caliente a la hora de meter y sacar la mercancía.



Es muy amplia y diversa la gama de refrigeradores despachadores de agua fría, refrescos, jarabes y hielo. Asimismo, existe una gran variedad de máquinas expendedoras de refrescos y otros productos que demandan refrigeración.



Otra vertiente del ramo son los grandes gabinetes acoplados a los camiones o los ferrocarriles. A pesar de medir de 3 a 6 m de largo, suelen ser bastante ligeros. Además, están equipados para resistir la vibración constante y el manejo rudo. Poseen, por lo general, dos compresores: uno que se mantiene en marcha a través del motor del camión, y otro adicional que opera mientras la máquina del vehículo está apagada.



Servicio de refrigeración comercial

Las reparaciones de los refrigeradores comerciales requieren, casi siempre, de la participación de un técnico especializado. Aquí se anotan sólo algunos de los principales problemas que llegan á presentar estos equipos, junto con sus posibles soluciones.

El equipo que se emplea en los servicios de refrigeración comercial es muy semejante al que se utiliza en la refrigeración doméstica. Las refacciones, en cambio, suelen ser diferentes.

Problemas básicos

- Carga correcta del refrigerante
- Eficacia del compresor
- Eficacia del condensador
- Limpieza del refrigerante
- Eficacia de los circuitos electrónicos

Entre los aspectos básicos por revisar en los equipos de refrigeración comercial destacan el nivel de carga del refrigerante, la operación del compresor y el condensador, la limpieza del refrigerante y la condición de los circuitos eléctricos.

Refrigerante

Carga correcta

Es muy importante vigilar, en el caso de los sistemas comerciales, que el equipo cuente con la cantidad apropiada de refrigerante. Cuando un sistema tiene un nivel bajo, trabaja de manera continua y su capacidad de enfriar es deficiente.

Cuando el nivel de refrigerante es más alto del indicado, el compresor trabaja a marchas forzadas. Además, se corre el riesgo de que el líquido, al no ser comprimible, invada el compresor y cause problemas en las válvulas de succión y de presión, los anillos y las bielas.

Hay distintas formas de vigilar que el refrigerante se mantenga dentro de los niveles apropiados.



Una de ellas es verificar que la presión del refrigerante en el lado alto se mantenga por arriba de 10 psi, y que el sistema se mantenga dentro de los niveles de presión establecidos. Si está por abajo, requiere refrigerante.

Algunos compresores están equipados con un visor que permite observar el paso del refrigerante a través de las líneas. Por lo general, cuando se aprecie la aparición de burbujas, es que falta refrigerante.

En otros sistemas, el receptor de líquido cuenta con un dispositivo que indica los niveles de refrigerante.

Fugas

Cuando se detecta un nivel bajo de líquido refrigerante, es probable que exista una fuga. Para verificarlo puede usarse espuma de jabón. Sin embargo, una manera eficaz y más segura de hacerlo consiste en agregarle al refrigerante un colorante especial; los rastros de color indicarán el lugar de la fuga. Otro método muy eficaz radica en aplicarle al líquido un aditivo fluorescente, para luego rastrear el sitio de la fuga con una lámpara de luz ultravioleta.

Existen también detectores electrónicos de fugas, los cuales emiten un sonido cuando se aproximan al sitio específico de la fuga.

Una vez localizada la fuga, es necesario repararla antes de cargar refrigerante. Si la carga del sistema se ha perdido en su totalidad, es preciso emplear nitrógeno para presurizar el equipo y verificar que no existan más fugas. Luego, hay que vaciar el nitrógeno y realizar una nueva prueba de hermeticidad en vacío.

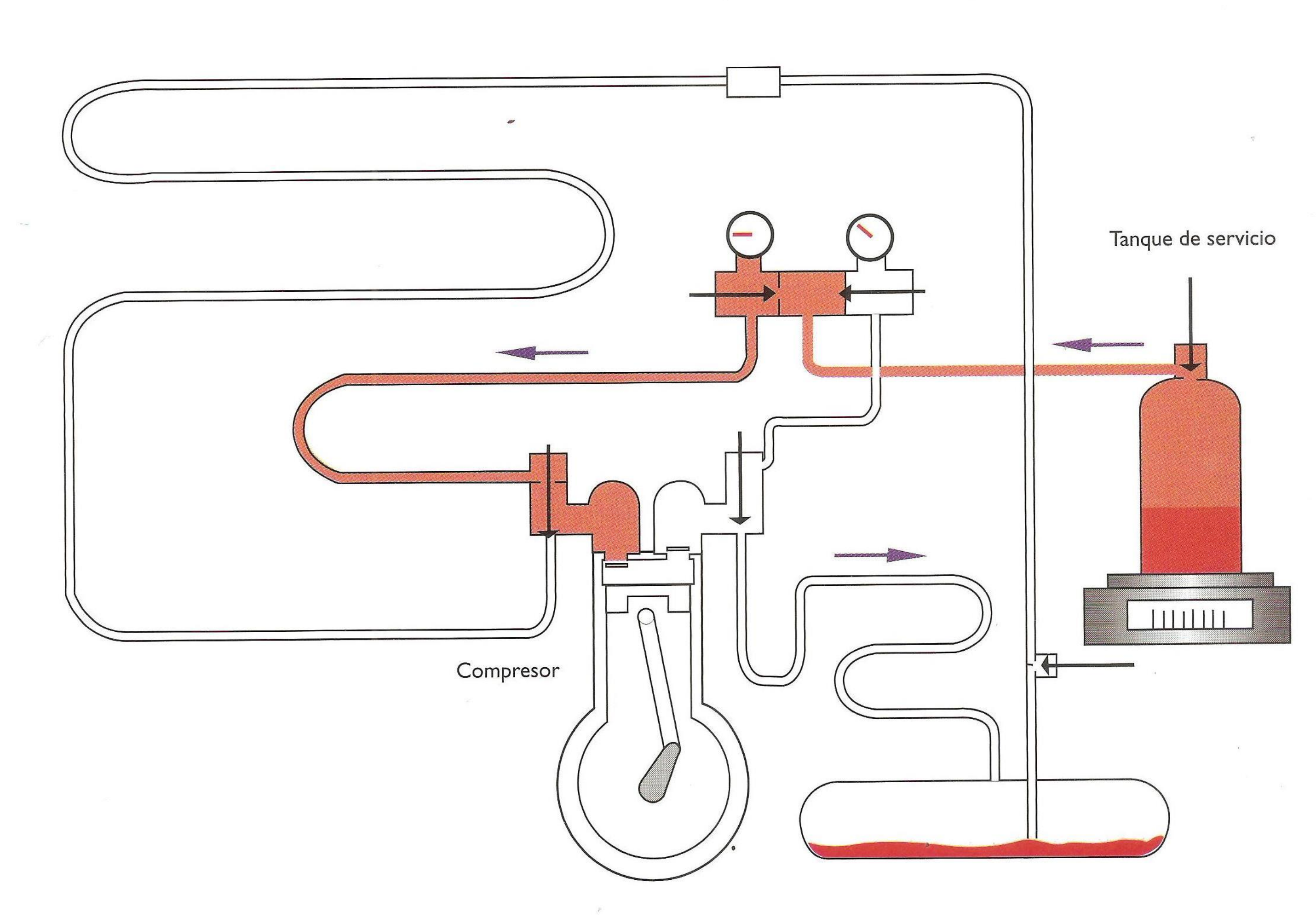
Para detectar fugas en sistemas que aún no han recibido ninguna carga, es necesario emplear nitrógeno seco libre de oxígeno, o bien, si las características del servicio lo permiten, utilizar nitrógeno con trazas de R22. No debe usarse nunca refrigerante puro.

Carga de refrigerante

El método para cargar refrigerante en los sistemas comerciales es similar al que se emplea en los sistemas domésticos.

Si sólo se trata de añadir pequeñas cantidades de refrigerante, el procedimiento consiste en conectar a la manguera central del juego de manómetros el tanque de servicio, y unir la manguera azul con la válvula de servicio de baja presión.

Antes de agregar el refrigerante, se purgan las mangueras para liberarlas de aire y humedad.



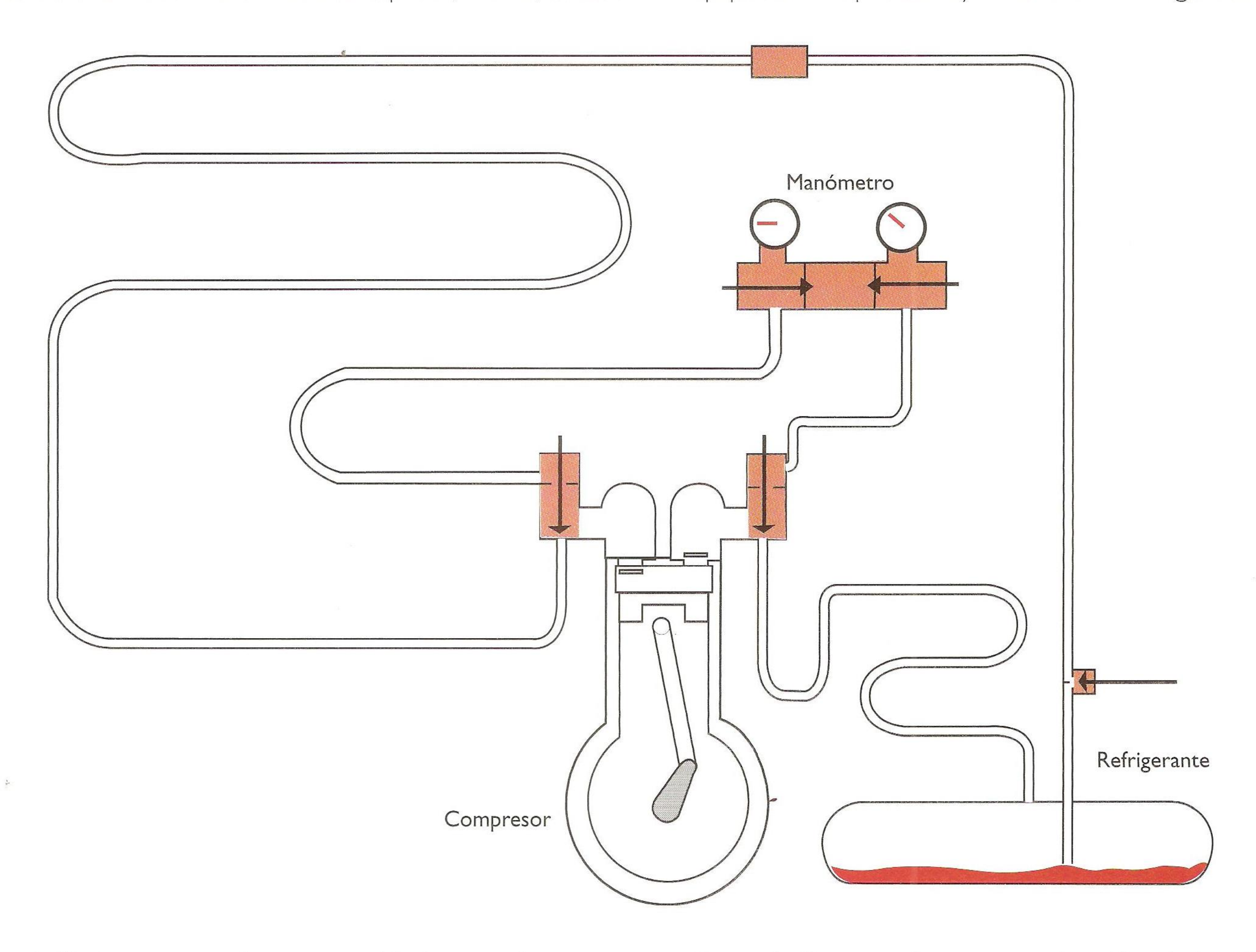
Cuando se lleva a cabo esta operación, es necesario valerse del tanque de servicio para que haga las veces de un evaporador adicional. Esto se debe a que el compresor, en el momento de arrancar, succionará gas refrigerante de los evaporadores regulares y el cilindro de servicio.

Para incrementar la velocidad de la carga, basta con cerrar de manera parcial la válvula de servicio; de esta forma se conseguirá reducir el flujo de gas del evaporador y aumentar el del cilindro de servicio.

Evacuación parcial

En caso de que sólo una parte del sistema requiera servicio, hay que evacuar por completo el refrigerante, o bien, almacenarlo en otro sector del sistema (en el receptor de líquido, por ejemplo).

Una de las formas de llevar a cabo esta operación es la siguiente. En primer lugar, conviene guardar el refrigerante evacuado en un cilindro externo especial, o bien, acudir a un equipo de recuperación y reciclado de refrigerante.



En el cilindro externo de recuperación hay que hacer un pequeño vacío. Con este fin, es necesario utilizar la bomba de vacío a 1000 micrones, a través del juego de manómetros.

Lo que sigue es conectar la manguera roja del juego de manómetros a la válvula de servicio de presión, la amarilla al tanque de recuperación y la azul a la válvula de servicio del lado de la succión.

Después, con el propósito de purgar la línea, hay que aflojar un poco la conexión de la manguera unida al tanque, abrir la llave izquierda del juego de manómetros y poner en marcha el compresor, para que durante unos cuantos segundos salgan el aire, la humedad y la suciedad; transcurrido ese lapso, hay que volver a apretar la conexión de la manguera roja y verificar que no existan fugas.

Para dar inicio a la evacuación, cierre la llave izquierda del juego de manómetros y abra la derecha. Luego, en una acción simultánea, ponga en marcha el compresor y abra la llave del tanque receptor.

Si se quiere acelerar esta operación se puede colocar el tanque en un recipiente con agua y hielo, y luego aplicar agua caliente en el receptor de líquido y el evaporador.

Después, hay que dejar que se equilibre la presión, hasta que se detenga el flujo de refrigerante al cilindro (para cerciorarse de que el flujo ha cesado, acerque su oído a la manguera). Lo que sigue es detener el compresor y cerrar el tanque recipiente.

Enseguida, es necesario abrir la llave izquierda de baja presión y observar que el manómetro marque 0 psi.

Hecho esto, se puede retirar cualquier parte del sistema.

Evacuación total

Si no se tiene la posibilidad de almacenar el refrigerante en algún sector del sistema, para realizar el servicio hay que evacuar por completo el equipo. Con este fin, siga las instrucciones del capítulo "Evacuación total".

Servicio al compresor

Las fallas que en ocasiones presenta el compresor pueden ser de dos tipos: eléctricas o mecánicas. A su vez, las eléctricas se clasifican en externas o internas.

Para detectar y reparar los problemas eléctricos externos hay que aplicar procedimientos muy semejantes a los descritos en el caso de los refrigeradores domésticos. Las fallas más comunes ocurren en los conductores, el regulador, los condensadores y los termostatos.

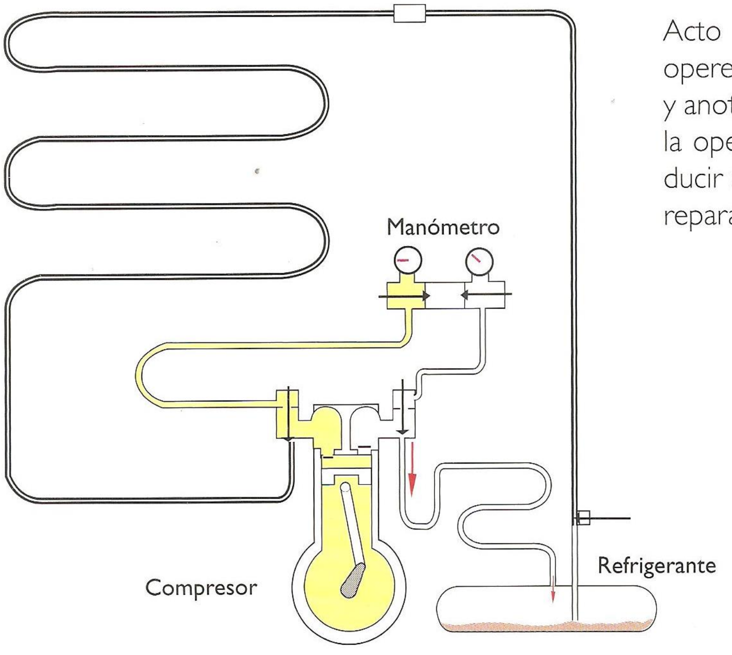
Entre las fallas eléctricas internas más frecuentes sobresalen los cortocircuitos y las tierras en el embobinado del motor. Éstas se detectan con el óhmetro. Otro problema común, el paso excesivo o limitado de la corriente, se diagnostica con el amperímetro.



Las fallas mecánicas que se presentan con mayor frecuencia tienen que ver, por lo general, con irregularidades en la operación de las válvulas del compresor, o con algún defecto en la banda de trasmisión. En el caso de equipos accionados a través de bandas trasmisoras, la aparición de un ruido excesivo obedece, por lo general, a la falta de aceite.



Al verificar el estado de las válvulas, es necesario instalar el juego de manómetros para descubrir si existe alguna fuga. Después hay que cerrar la línea de succión y poner en marcha el compresor durante unos segundos, para evitar que el mecanismo bombee aceite.



Acto seguido, es preciso dejar que el compresor opere hasta que se produzca el mayor vacío posible, y anotar el tiempo que se llevó el equipo en realizar la operación. Si el compresor no es capaz de producir un vacío mayor a 20 pulgadas es indispensable repararlo.

Remover el compresor

Para quitar el compresor se requiere aplicar el procedimiento que sigue:	
1	Conectar el juego de manómetros con la manguera azul en la válvula de servicio de succión y la roja en la de presión. Verificar si existen fugas.
2	Cerrar la válvula de succión y arrancar el motor por unos instantes, para evitar que bombee aceite. Si durante la operación se escucha un ruido en el interior del sistema, significa que el motor ha bombeado aceite. Suspenda y verifique.
3	Después de arrancar y detener el motor dos o tres veces, déjelo en marcha hasta que el manómetro indique la presencia de un vacío constante, sin descensos intermitentes.
4	Detener el compresor. Abrir las dos llaves del juego de manómetros para permitir que la presión se equilibre a 0 psi. Luego, cerrar la llave de descarga y la de succión, junto con las dos llaves del juego de manómetros.
5	Antes de desconectar el compresor, limpiar las llaves de servicio con solvente y dejar que sequen. Luego, destornillar la conexión del compresor y la válvula de succión, sin retirar las válvulas del sistema. Cerrar la entrada con un tapón. Repetir el procedimiento con la conexión de la válvula de presión.
6	Retirar los tornillos que afianzan el compresor y quitar la banda.

Servicio al condensador

Sea cual sea el tipo de condensador del sistema, es indispensable mantener limpias las superficies interiores y exteriores de enfriamiento.

Si el condensador es de los que se enfrían con aire, debe limpiarse con agua y jabón. Si se trata de un condensador que se enfría con agua, es necesario estar atento a la formación de calcificaciones y, en caso de que aparezcan, eliminarlas con algún líquido limpiador elaborado a base de ácido clorhídrico o acético.

De ser necesario, tambien es posible desprenderlas a través de un soplete con nitrógeno. En ningún caso debe usarse refrigerante para llevar a cabo esta operación. Si alguna pieza muestra señales de corrosión, hay que limpiarla en caso de que la oxidación sea incipiente, o cambiarla si es avanzada.

Las torres de enfriamiento requieren un mantenimiento más frecuente que otros sistemas, sobre todo porque es necesario vigilar que el pH del agua se mantenga neutro.

Centros de reciclaje de refrigerantes

Ciudad	Empresa	Domicilio	Teléfono	Contacto
Acapulco, Guerrero	Trade Supply Integral S.A. de C.V.	Calle Perla No.16, Fraccionamiento Cascada de los Amates, Acapulco, Guerrero, C.P. 39650.	01 744 488 3040 488 3041 Fax: 01 744 485 1934	Rogelio Díaz Palestina coolpoint@prodigy.net.mx Edgar Díaz Palestina edgardiazpalestina@hotmail.com Material: Gas refrigerante.
Ciudad Juárez, Chihuahua	Max Hanff González	Boulevard Óscar Flores No. 2575 Local 14, Col. Tierra y Libertad, Cd. Juárez, Chihuahua, C.P. 32628.	01 656 324 8452 Nextel: 656 143 2796	Max Hanff González hanff@ecolam.com.mx Mara Estupiñan estupinan@ecolam.com.mx
Culiacán, Sinaloa	Taller de Capule S.A. de C.V.	Jesús G. Andrade No. 332 Norte, Col. Centro, Culiacán, Sinaloa, C.P. 80000.	01 667 716 2685 713 6660	Bertha Graciela Castro Carrillo tallerelcapule@hotmail.com Carlos César Ortega Navarro Adolfo Armenta Barraza
Distrito Federal	Control Ambiental Profesional del Norte, S.A. de C.V.	Maracay No. 84 Bis, Col. Residencial Zacatenco, Gustavo A. Madero, México, D. F., C. P. 07369.	01 55 4335 3725 044 55 2269 5163	José Manuel Peña Pérez majopepe@yahoo.com.mx capsadelnorte@yahoo.com.mx
Martínez de la Torre, Veracruz	Ingeniería en Construcción y Soluciones Ambientales, S.A. de C.V.	Calle Voluntad Ciudadana No. 1, Col. El Cañizo, Martínez de la Torre, Veracruz, C.P. 93600.	01 228 811 2236 01 232 321 2556	Antonio Acho Corona antonioacho@yahoo.com.mx Jesús Cuevas García jesuscuevas34@yahoo.com.mx
Zapopan, Jalisco	Jorge Medina Álvarez	Calle Chicle No. 633, entre Naranjo y Mora, Col. Paraísos del Colli, Zapopan, Jalisco, C.P. 45020.	01 33 1658 3204	Jorge Medina Álvarez jorgema64@hotmail.com jorgemedina_reaave@yahoo.com.mx
Hermosillo, Sonora	Refri-Equipos de Sonora	Cuernavaca No. 51, entre Veracruz y Nayarit, Col. San Benito, Hermosillo, Sonora, C.P. 83190.	01 662 210 7297 01 662 214 8622 Fax: 01 662 210 7292 01 662 214 8879	Luis Alonso Esquer Chávez luis.esquer@refriequipos.com Efrén Alejandro Alvarado alejandro.alvarado@refriequipos.com alejandro_22223@hotmail.com

Centros de reciclaje... (*Continuación*)

Ciudad	Empresa	Domicilio	Teléfono	Contacto
Mérida, Yucatán	Refrinat de México, S.A. de C.V. (Totaline Mérida)	Calle 43 por 52 y 54, No. 458, Col. Centro Mérida, Yucatán, C.P. 97000.	01 999 23 6162 7522	Jorge Carlos Aguilar Soberanis jorge.aguilar@totalinemerida.com Francisco Vallado francisco.vallado@refrimartmexico.com
Mexicali, Baja California	Ing Servicios Profesionales, S.A. de C.V.	Anáhuac No. 423, Centro Cívico Mexicali, Baja California, C.P. 21000.	01 686 564 0808	Ivette Luthgarda Carrillo Díaz icarillo@silverbreezei.com Agustín Quintana Soto crr@silverbreezei.com aquintana@silverbreezei.com
Monterrey, Nuevo León	Instalaciones y servicios de refrigeración, S.A. de C.V.	Avenida Adolfo Ruiz Cortines No. 5908, Col. Valle Infonavit II, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64347.	01 81 8106 4204 4205 4206	Gilberto Alba gilberto@instalacionesserviciosrefrigeracion.com
Oaxaca, Oaxaca	Refri-Hogar	Rayón No. 808 Bis, Col. Centro, Oaxaca, Oaxaca, C.P. 68000.	01 951 516 3032	Marina Pérez Montiel refrihogar@hotmail.com Gonzalo Reyes Tejeda refrihogar@prodigy.net.mx
San Juan del Río, Querétaro	Refrigeración y Aire Acondicionado del Bajio, S.A. de C.V.	Av. Palmas No. 14 Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro, C.P. 76807.	01 427 271 2950 2951 2952	Eduardo Martínez Melchor emartinez@refrigerantes.com.mx
Celaya, Guanajuato	Ecofrigo S.A. de C.V.	Carretera Celaya Salvatierra Km. 6.5, Rancho Santa María del Refugio, Celaya, Guanajuato.	01 800 552 4952 01 461 618 2356	Alfredo Lozano de Icaza alfredo@ecosave.com.mx Álvaro Lozano de Icaza alvaro@ecosave.com.mx
Los Mochis, Sinaloa	Juan José María Martínez Vázquez	Aristeo González No. 284, Col. Miguel Hidalgo, Ahome, Sinaloa.	01 668 100 8989	Juan José María Martínez Vázquez gpo_martinez@hotmail.com



AGRICULTURA Y GANADERÍA

Manual de apicultura
Manual de avicultura
Manual de cría y manejo de borregos
Manual de fertilidad del suelo agrícola
Manual de fruticultura
Manual básico de horticultura
Manual de invernaderos agrícolas
Manual de maquinaria agrícola y labranza de la tierra
Manual de pasturas
Manual de plagas y enfermedades agrícolas
Manual de porcicultura
Manual de viverismo. Horticultura ornamental
Manual del cultivo del chile
Manual del cultivo del maíz
Manual del cultivo del tomate
Manual del ganado bovino para carne
Manual del ganado bovino para leche
Manual del ganado caprino
Manual del riego agrícola

ALBAÑILERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Manual de albañilería y autoconstrucción I
Manual de albañilería y autoconstrucción II
Manual de albañilería y autoconstrucción III
Manual de diseño y construcción de albercas
Manual de pisos
Manual de puertas
Manual de ventanas
Manual del maestro de obra
Manual del residente de obra

TRABAJOS CON MADERA

Manual de carpintería I. Las herramientas de mano
Manual de carpintería II. Las herramientas de banco
Manual básico de tallado en madera
Manual de torneado en madera

INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO RESIDENCIALES

Manual de iluminación
Manual de impermeabilización
Manual de instalaciones de gas
Manual de instalaciones eléctricas residenciales
Manual de mantenimiento de albercas
Manual de cisternas, tinacos y fosas sépticas
Manual básico de plomería
Manual de refrigeración
Manual de refrigeración y aire acondicionado II
Manual del jardinero

INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Manual de mantenimiento eléctrico industrial

TRABAJOS CON METAL

Manual de embobinado de motores
Manual de recubrimientos metálicos
Manual básico de torno para metal
Manual de trabajo en lámina

SOLDADURA Y HERRERÍA

Manual básico de herrería
Manual de soldadura con arco eléctrico
Manual de soldadura con oxiacetileno

JOYERÍA

Manual de joyería

SERIGRAFÍA

Manual de serigrafía

TRABAJOS CON VIDRIO

Manual del vidrio I. Grabados y vitrales
Manual del vidrio II. Estirado y fusionado

MOLDES Y VACIADO

Manual de moldes y vaciado
Manual de moldeo de plásticos I
Manual de moldeo de plásticos II

TRABAJOS CON PIEDRA

Manual de tallado en piedra

PINTURA

Manual de barniz y pintura de muebles
Manual de pintura automotriz
Manual de pintura de casas y edificios

BICICLETAS

Manual de reparación de bicicletas

CONFECCIÓN

Manual de confección de camisas de vestir
Manual de tapicería
Manual de teñido y estampado artesanal de telas

ESTÉTICA

Manual de corte de pelo para hombre
Manual de corte de pelo para mujer
Manual de masaje
Manual de ondulado y teñido del cabello
Manual de tratamientos faciales, manicure y maquillaje
Manual del salón de belleza

ALIMENTOS

Manual de conservación de alimentos
Manual de salchichonería

RESTAURANTES Y GASTRONOMÍA

Manual de meseros y capitanes
Manual de organización de negocios de comida rápida
Manual de vinos y licores

ECONOMÍA DOMÉSTICA

Manual de arreglos florales
Manual de organización de bodas
Manual de preparación de viajes
Manual de purificación del agua
Manual del manejo de la basura
Manual del servicio doméstico
140 maneras de ahorrar energía en casa

SUPERACIÓN PERSONAL

Guía del buen vestir para el hombre de hoy
Guía del buen vestir para la mujer de hoy
Manual de *bodybuilding*
Manual de cómo buscar trabajo y conservarlo
Manual de modales y cortesía cotidiana
Manual del emprendedor

PROFESIONES TÉCNICAS

Manual del guía de turistas
Manual del vendedor profesional

ADMINISTRACIÓN

Cálculo del punto de equilibrio

MANUAL DE REFRIGERACIÓN
Una guía paso a paso
Colección Cómo hacer bien y fácilmente

La presente obra describe, mediante secuencias ilustradas y explicaciones detalladas, los principios de la refrigeración doméstica y comercial, el uso de productos refrigerantes, así como las herramientas y los materiales básicos para instalar equipos, darles el mantenimiento necesario y efectuar reparaciones.

Los interesados en capacitarse en la refrigeración doméstica y aun los estudiantes de bachillerato tecnológico que se especialicen en el tema encontrarán en esta obra un valioso auxiliar para entender el funcionamiento de los sistemas refrigerantes, y conocer los principios técnicos y de seguridad para abordarlos de manera efectiva.

Contenido





ISBN 978-607-17-2122-8
9 786071 721228